المركز القومى للترجمة

المشروع القومى للترجمة

داڤيد دويتس

نسيج الحقيقة

ترجمة
منير شريف
مراجعة
عادل أبوالمجد

1401



أشار أحمد زويل إلى "الكمبيوتر الكمى" باعتباره أحد مفاتيح القرن الحادى والعشرين، ومؤلف هذا الكتاب يعد من رواده، ومن رواد مجال الذكاء الاصطناعى، ومن هذا المنطلق يطرح وجهة نظر جديدة لإيجاد نظرية موحدة Unifying theory ، أو نظرية تجمع فى سمط واحد بين القوى الطبيعية الأربعة الكبرى، "القوة الكهربية والمغناطيسية والنووية القوية والنووية الضعيفة"؛ فتنفتح مغاليق الكون وأسراره مرة واحدة وإلى الأبد.

يقول دويتس إن لدينا وشائج أو روابط أربعة تربط الكون فى سياق واحد... هى: نظرية المعرفة، ونظرية الكم، ونظرية الأنواع(التطور-النشوء والارتقاء-التكيف)، ومبدأ تورنج فى الحوسبة.

والمؤلف أيضًا من مشايعى نظرية تعدد الأكوان أو الأكوان المتوازية Parallel universes التى يتداخل ما يقع فيها من أحداث.

وعلى الجملة فإن دويتس يرى أن محاولة فهمنا الشامل للحقيقة هو ما كان يأمله إبان طفولته:"هل يتسنى للمرء أن يعرف كل شىء عن كل ما هو معروف فى وقت من الأوقات؟".

تصميم الغلاف: عبد الحكيم صالح

نسيج الحقيقة

المركز القومي للترجمة
إشراف : جابر عصفور

- العدد : 1401
- نسيج الحقيقة
- داڤيد دويتش
- منير شريف
- عادل أبو المجد
- الطبعة الأولى 2009

هذه ترجمة كتاب :

The Fabric of Reality

by : David Deutsch

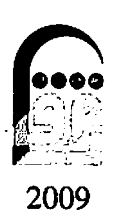
شارع الجبلاية بالأوبرا – الجزيرة – القاهرة . ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ – ٢٧٣٥٤٥٢٦ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤
El-Gabalaya St., Opera House, El-Gezira, Cairo
e.mail:egyptcouncil@yahoo.com Tel: 27354524 - 27354526 Fax: 27354554

نسيج الحقيقة

تأليـــف : داڤيـد دويتـس

ترجمــة : منيــر شــريف

مراجعة : عادل أبو المجد



2009

بطاقة الفهرسة
إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية
إدارة الشئون الفنية

دويتس ، دافيد

نسيج الحقيقة: تأليف: دافيد دويتس؛ ترجمة: منير شريف؛ مراجعة: عادل أبو المجد .

ط١ - القاهرة : المركز القومى للترجمة ، 2009

٥٠٨ ص ، ٢٤ سم

٢ - الفيزياء - نظريات

٣ - العلم - فلسفة

(أ) شريف، منير (مترجم)

(ب) أبو المجد، عادل (مراجع)

(جـ) العنوان ٥٣٠,٠١

رقم الإيداع ٢٠٠٩/١٠٢١٣

الترقيم الدولى 978-977-479-227-2

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

"مناوشات مع الجذرية ... كتاب يدخل الرهبة فى النفس"

جوليان براون

المحتويات

تصدير المراجع

مؤلف هذا الكتاب - الدكتور دافيد دويتس - من مواليد عام ١٩٥٣ ويشغل وظيفة أستاذ الفيزياء بجامعة أوكسفورد أعرق جامعات المملكة المتحدة، وله العديد من الأبحاث فى الفيزياء النظرية أهمها فى الحوسبة الكمية - ذلك العلم الذى نشأ فى ثمانينيات القرن الماضى على يد مجموعة من الفيزيائيين منهم مؤلفنا هذا - ليواكب التطور السريع فى إنتاج الحاسبات الإلكترونية الذي سيؤدى حتمًا إلى الحاجة إلى الاعتماد على رقائق ذات أبعاد ذرية مما يستلزم إدخال ميكانيكا الكم، أى ميكانيكا الذرات ومكوناتها، فى علم الحوسبة.

وفى كتابه هذا يستخلص المؤلف خبراته فى علوم الكم والحوسبة وغيرها محاولاً الإجابة عن السؤال الذى حيّر البشرية منذ آلاف السنين: ما هى الحقيقة؟ أو كما صاغها هو: مما نُسجت الحقيقة؟

ويجيب المؤلف عن هذا السؤال بأن الحقيقة نُسجت أساسًا من أربع نظريات هى:

١ - نظرية الكم فى إطار التفسير الذى أتى به "هيو إفريت" والمبنى على أن الكون الذى نعيش فيه ليس منفردًا ولكنه واحد من عدد لا نهائى من الأكوان.

٢ - نظرية المعرفة كما صاغها "كارل بوبر" التى تهدف إلى تفسير واقعى للعلوم الحديثة مبنى على الفرضيات والحدسيات التى لا تقبل التكذيب.

٣ - نظرية الحوسبة التى ابتدعها "آلان تورنج" وساهم المؤلف فى إعادة صياغتها فيما يعرف الآن بنظرية الحوسبة الكمية.

٤ - نظرية التطور لـ "تشارلز داروِن" والتى خضعت خلال القرن العشرين لتعديلات كثيرة منها نظرية الاستنساخ ومفهوم "الممة" اللذان يتواءمان مع نظرية "بوبر" عن حلول المشاكل.

وقد تبدو هذه النظريات للعارفين بها متناقضة ولا علاقة لواحدة منها بالأخرى إلا أن المؤلف يحاول ببراعة أن يربط بينها ليشكل منها "نظرية لكل شىء" وهو فى هذا يستعين بآراء جهابذة الفيزياء والفلسفة مؤيداً بعضها ومفنّداً البعض الآخر، ويأتى بكثير من الشروحات الجديدة للعديد من الظواهر لا يخلو بعضها من الطرافة.

وأنا أودُ فى هذه المقدمة أن ألخص للقارئ بعض الحقائق العلمية عن النظريات الأربعة هذه، وأبدأ بميكانيكا الكم التى نشأت فى بداية القرن العشرين كى تفسِّر نتائج معملية عجزت الفيزياء التقليدية عن تفسيرها بأن الضوء وما يماثله من الإشعاعات الكهرومغناطيسية يتكون من جسيمات تتصرف كما لو كانت موجات، إذ أن الفيزياء التقليدية تصف الظواهر الطبيعية إما كظواهر موجية وإما كظواهر جسيمية - فالطبيعة الموجُية، كالصوت على سبيل المثال موجات يمثل تضاغطًا يتبعه تخلخلاً فى الهواء يُحدثه مصدر الصوت وينتقل عبر الهواء إلى أذن المستمع، والضوء موجات كهرومغنطيسية تبثها ذرات مصدر الضوء فى الفراغ المحيط بها حيث تنتشر إلى أن تصل إلى عين المشاهد - أى أن الموجات عادة ما تملأ الوسط الذى تنتشر فيه، وعليه فإن جهاز الراديو يصدر أصواتًا يسمعها كل شخص جالس فى الغرفة، بينما جسيم - كالرصاصة مثلاً - عندما ينطلق يُصيب ما يتصادف أن يقع فى طريقه. الجسيم يتمركز فى حيِّز محدد ومحدود بينما تكاد الموجات أن تملأ الوسط الذى تنتشر فيه. سلوكان مختلفان بل ومتناقضان، ولكن التجربة، وهى تمثِّل الحقيقة بالنسبة إلى العلماء تتطلب أن تكون الذرات ومكوِّناتها (تلك التى يسميها المؤلف الجسيمات دون الذرية) مزدوجة السلوك، لذا أتت النظرية النسبية لتمثِّل الجسيمات بواسطة موجات تُعبِّر عن احتمال وجود الجسيم فى أى مكان فى الفراغ. فالإلكترون الذى نفترض وجوده فى

ذرة ما لا يلزم أن يكون حقًا فى الذرة، ولكنه يوجد فى نفس الوقت فى جميع النقاط فى الفضاء ولكن باحتمالات مختلفة، قمة هذه الاحتمالات أن يكون داخل الذرة. وهكذا تخلت نظرية الكم عن فكرة تمركز الجسيمات بل وسمحت بانتشارها على هيئة موجات: أى أن حركة الجسيم إنما هى انتقال للموقع الذى تصل فيه قيمة احتمال وجوده إلى نهايتها العظمى من مكان إلى مكان آخر. وفى هذا الإطار نشأت ميكانيكا الكم كنظرية رياضية متكاملة سمحت بتحليل النتائج المعملية التى تعارضت مع الفيزياء التقليدية فى بداية القرن العشرين وآلاف التجارب التى أُجريت بعد ذلك، واليوم، وبعد أكثر من مائة عام خلت منذ بدء الحديث عن الكم وفيزيائه قلَّما يوجد من العلماء من يشكّك فى صحة هذه النظرية، سواء فى معادلاتها أو فى حلول هذه المعادلات، إلا أن الاختلاف يدور حول التفسير المنطقى لهذه النظرية، وبالذات كيف دخل الاحتمال إلى سلوك الجسيمات دون الذرية.

التفسير الذى تجده فى معظم الكتب الدراسية عن ميكانيكا الكم ينسب إلى ما يعرف بمدرسة كوبنهاجن والتى تضم "نيلز بور" وتلاميذه ومنهم "ماكس بورن" و"فيرنر هايزنبرج" و"فولفجانج باولى" وغيرهم ممن أصبحوا فيما بعد من أشهر علماء الفيزياء فى القرن العشرين، وقد بُنى هذا التفسير على أن نظرية الكم تخص منظومات ميكروسكوبية (قطر الذرة يقدر بواحد مللى على مائة مليون من السنتيمتر) منعزلة عن العالم الخارجى ولكن النتائج المعملية يتم الحصول عليها بواسطة أجهزة قياس ماكروسكوبية أبعادها تقاس بالسنتيمترات بل والأمتار، ولا يخفى علينا أن عملية القياس تنتج عن تفاعل بين أجهزة القياس والأجسام المُراد قياسها، فعدُاد جايجر الذى يقيس الإشعاع تحدث فيه شرارة كلما مر به جسيم مشحون كهربائيًا، ويزداد تأثير هذا التفاعل على المنظومة المُراد قياسها كلما صُغرت هذه المنظومة ويصبح محسوسًا إلى درجة لا يمكن تجاهلها عندما نصل إلى الأبعاد الذرية، وعندها نجد أن تكرار قياس صفة ما من صفاتها يأتى بنتائج مختلفة، وهكذا يدخل الاحتمال فى

وصف سلوك الجسيمات دون الذرية والذى يؤدى بدوره إلى "ازدواجية المعايير" الموجّية والجسيمية فى وصف حركة الذرات ومكوّناتها.

ولكن تفسير مدرسة كوبنهاجن لا يخلو من التنَاقض لاعتباره أن أجهزة القياس تحكمها الميكانيكا الكلاسيكية بينما المنظومات المقاسة تحكمها قوانين أخرى، بل إن هذا التفكير يثير التساؤل عما إذا كان لنظرية فيزيائية أن تصف لنا ما يراه المشاهد عبر القياس بدلاً من أن تصف لنا الظواهر التى تحدث بالفعل.

ولهذا ظهرت عديد من الأعمال العلمية والفلسفية التى تحاول إيجاد تفسيرات أخرى لدخول الاحتمال فى وصف سلوك الأجسام، منها التفسير الذى تبناه مؤلف هذا الكتاب والذى يقوم على نظرية فلكية تقول بأن الكون الذى نعرفه ليس هو الكون الوحيد بل إنه واحد من عدد لا نهائى من الأكوان، سُميت هذه المجموعة "Multiverse" وذلك بإبدال المقطع "Uni" الذى يعنى "الوحيد" فى كلمة "Universe" بالمقطع "multi" والذى يعنى "التعّدد"، وفى متعدّد الأكوان هذا توجد ملايين الملايين من الأكوان التى تتطابق ظروفها تمامًا مع كوننا، وملايين الملايين من الأكوان الأخرى التى تختلف عنا. وبالتالى فإن ما تصفه الفيزياء هو ما يحدث فى جميع الأكوان المتطابقة، وعليه فإن نفس الحدث يمكن أن تكون له قيمة مختلفة فى كل من هذه الأكوان كل باحتمال مختلف.

والنظرية الثانية فيما يشكّل نسيجًا للحقيقة كما يراه المؤلف هى نظرية المعرفة - وهى أحد الأفرع الرئيسية للفلسفة التى تعود بداياتها إلى عصر الإغريق، وهى تُعرف عند المختصين بالاسم الإغريقى لها وهو "الإبستمولوجيا" المكوّن من مقطعين الأول "إبستيمى" وهى المعرفة والثانى "لوجوس" ويعنى علم، وتبحث هذه النظرية فى ماهية المعرفة ومصادرها وحدودها، وقد بدأت النظرية بالتساؤل عن الخواص التى تؤهل المعتقدات كى تُعدّ من الحقائق، والمتطلبات التى تجعل نتاج التفكير مقنعًا وقاطعًا، ومع مرور الوقت اختلفت اتجاهات الباحثين فى علم المعرفة، فهناك أصحاب المذهب

التجريبى "Empiricism" ومنهم "هيوم" وهم الذين لا يعتبرون المعارف ذات قيمة إلا إذا أمكن التحقق منها بواسطة المشاهدة والتجربة، وهناك أصحاب المذهب العقلى"Rationalism" مثل "ديكارت" و"لايبتز" و"اسبينوزا" والذين لا يعدّون ما يبرره المنطق ضمن الحقائق، والفلسفة المثالية "Idealism" تعتبر الحقائق صوراً عقلية وليست بالضرورة أشياء مادية، والصوفية "Mythesism" تجعل الوصول للحقيقة مفهوماً روحانياً لا يدركه العقل، والمذهب العملى "pragmatism" الذى يقول بأن أهمية المبادئ فى نتائجها العلمية، والمذهب التحفظى "Traditionalism" الذى يرجع الحقيقة إلى ما جاء فى الوحى الإلهى وما أتت به التعاليم التقليدية.

أما ما اختاره مؤلفنا فهو الفلسفة العلمية التى تُعرف بنظرية المعرفة الارتقائية والتى سادت خلال القرن العشرين وغيّرت تماماً من النظرة إلى المعرفة، والفكرة الرئيسية فيها التى أتى بها "كارل بوبر" تدور حول التمييز بين الزيف والحقيقة، فالزيف معرفة لا يمكن التحقق من صحتها بل يُمكن تكذيبها، والحقيقة هى المعرفة التى يمكن إثباتها، أما المعارف التى لا يمكن إثباتها ولا تكذيبها، يصنِّفها على أنها حدسية أو بعبارة أخرى: عقيدة.

تسمى هذه النظرية "الارتقائية" نظراً لأنها تستخدم فكرة النشوء والارتقاء التى تدور حولها نظرية "دارون" للتطور - التى يعدّها مؤلفنا النظرية الرابعة التى يتكون منها نسيج الحقيقة - إذ أن النظرية تقول إن تكذيب حدس ما يجب أن يقود إلى استبداله بحدس جديد لكن الحدس الجديد هذا لا يوجد له إثبات هو الآخر وهكذا فإن الاستمرار فى المحاولة والخطأ هو الطريق الذى قد يؤدى فى النهاية إلى التوصل إلى حقيقة العالم والذى يسميه "بوبر" طريق الحدس والتكذيب.

والجدير بالذكر أن طريق الحدس والتكذيب هو الطريق الذى يتبعه علماء الطبيعة المعاصرة، فالنظرية العلمية تُعتبر حقيقة طالما اتفقت مع نتائج التجارب المعملية. فإذا ظهرت تجربة جديدة تتناقض مع التجربة فإن المجتمع العلمى يرفض هذه النظرية

ويستبدلها بأخرى، وهكذا فإن ميكانيكا الكم التى تحدثنا عنها قد أُسْتحدثت بعد مجموعة من التجارب التى دلت على السلوك الموجى للجسيمات الذى لم تستطع ميكانيكا "نيوتن" أن تصفه، كذلك نشأت النظرية النسبية كى تفسر ثبات سرعة الضوء مهما اختلفت سرعة المشاهد على عكس ما أتت به نسبية "جاليليو" التى بُنيت عليها نظريات "نيوتن" بأن سرعة كل الأجسام (بما فى ذلك جسيمات الضوء) سرعة نسبية – أى تختلف باختلاف سرعة من يرصدها، كما تبدو لنا الشمس والنجوم وهى تتحرك فى السماء بينما نحن الذين نتحرك مع حركة الأرض، وكما نظن أن محطة القطار تتحرك عندما يبدأ القطار فى المسير على عكس الواقع الفعلى.

النظرية الثالثة التى يعدها "دويتس" ضمن نسيج الحقيقة هى نظرية الحوسبة التى أرسى قواعدها "آلان تورينج" عام ١٩٣٧ حين قال بوجود آلة حاسبة مجرّدة وعالمية (وتعرف حاليًا بآلة بورينج) يمكنها إجراء أية حسابات مما يستطيع أى حاسب مادى إجراءها.

وفى تطويره لصفة "مجردة" يدخل "دويتس" الكمبيوتر الكمى فى زمرة آلات تورينج. وما زال علم الحوسبة الكمية فى مرحلة الطفولة ويعد "دويتس" من أهم مؤسسيه كما أسلفنا، إلا أن "دويتس" يؤكد على وجود كومبيوتر كمى عالمى فى نهاية الزمان والمكان تشرف عليه كائنات عاقلة لديها القدرة والمعرفة اللازمة لتضخيم ذاكرته ومضاعفة سرعته وتزويده بالطاقة اللازمة لذلك، بحيث يتمكن من محاكاة أية بيئة فى الوجود، وهو فى ذلك يستعين بنظرية نقطة النهاية التى أوردها "فرانك تبلر" فى كتابه "فيزياء النهاية" مضيفًا إليها مفاهيم جديدة نابعة من أبحاث "بوبر" فى نظرية المعرفة، ويستفيد "دويتس" من تفسير ميكانيكا الكم فى إطار تعدد الأكوان فى القول بأن الحاسب الكمى العالمى يستطيع إجراء حساباته فى أكثر من كون فى نفس الوقت، وهو بذلك يتفوق على آلة تورينج التى تستخدم الفيزياء الكلاسيكية فى حساباتها ولا تستطيع أن تجرى حساباتها إلا فى كوننا هذا.

ويحاول المؤلف تبسيط أفكاره هذه باستخدام مفهومه عن الحقيقة التقديرية، أى الحقيقة كما يحسها الإنسان والتى قد لا تكون موجودة فعلاً - ومنها ما يشعر به الطيار وكأنه يقود الطائرة وهو يتدرب بداخل غرفة مصممة لذلك - ويوجد منها الكثير فى مدارس الطيران بالدول المتقدمة، إذ أن مولّدات الحقيقة التقديرية لا تنتج صوراً فحسب بل تتعامل فى نفس الوقت مع أكثر من حاسة من الحواس البشرية الخمس، بل ويُتوقع أن تتصل مولّدات الحقيقة التقديرية مستقبلاً مع الخلايا العصبية للمُشاهد مباشرة، والعقل البشرى نفسه في رأى "دويتس" يُعد من مولّدات الحقيقة التقديرية، وبالتالى فإن رؤيتنا للعالم حولنا إنما هى حقيقة تقديرية أنتجتها عقولنا والحقيقة الحقة لا يعلمها إلا الله.

وفى هذا السياق يتطرق "دويتس" إلى مفهوم الزمن وذلك فى قراءة مبتكرة، فالزمن فى رأيه لحظات يمكن تصورها كنقاط متتالية على خط ممتد، ونحن ننتقل من نقطة إلى نقطة على هذا الخط، فالزمن لا يذهب ولا يرجع ولا يرحل، ونحن إذا أردنا أن ننتقل إلى زمن سابق لا يمكننا ذلك إلا بالانتقال من كوننا هذا إلى كون آخر يماثله فى "متعدد الأكوان" ويستدل على ذلك بأمثلة معروفة ـ فلو أمكن لشخص أن يرحل إلى زمن سابق فى عالمنا هذا، هل يستطيع هذا الشخص قتل جدّه لو أراد ذلك؟ طبعًا لا وإلا فإنه هو نفسه لم يكن ليولد، ويستحدث دوتيس أمثلة أخرى أكثر حنكة وأكثر إقناعًا.

أما النظرية الرابعة ضمن نسيج الحقيقة فهى نظرية التطور أو النشوء والارتقاء التى أرسى قواعدها "داروين" فى منتصف القرن التاسع عشر - وقد أشرت إليها توًا - والتى أثارت وما زالت تثير كثيراً من الجدل، ولا أجد ضرورة لأن أضيف هنا شيئًا أكثر مما قد عرضه المؤلف في كتابه الماثل بين يديك، وإن كنت أقترح على القارئ الذى يريد التعرف على نظرية التطور من وجهة نظر أخرى أن يرجع إلى الكتاب الممتاز الذى صدر حديثًا عن مكتبة الأسرة بعنوان "الجديد فى الانتخاب الطبيعى" لمؤلفه "ريتشارد دوكنز" والذى يستعرض فيه آراء المدارس الداروينية المختلفة.

هذه بعض من العديد من الأفكار الطريفة التى سيجدها القارئ فى هذا الكتاب "نسيج الحقيقة"، أنتجتها محاولات جادة لدمج أربعة من أحدث النظريات العلمية فى نسيج واحد، لرسم صورة مبتكرة عن المستقبل القريب والبعيد، صورة تفوق ما أتى به الكتّاب والشعراء ومؤلفو أفلام الخيال العلمى.

د. عادل يحيى أبو المجد

مصر الجديدة فى نوفمبر ٢٠٠٦

مقدمة المترجم

كنت ولم أزل مفتونًا بالعلم وإنجازاته المذهلة التى أصبحت أكبر من قدرة إنسان اليوم على الاستيعاب على حد تعبير د. زويل، والذى تسارعت جذوته منذ النصف الأخير من القرن الفائت، وقد أشرت إلى هذا المعنى على نحو أو آخر عبر متن مقدمة محاولتى السابقة فى الترجمة التى حملت عنوان "الاقتراب من الله" والتى جاس مؤلفه د. بول دافيز Paul Davies – المتخصص حاليًا فى العلم الجديد نسبيًا "علم الأحياء الكونى" – فى أعماق الكون محاولاً سبر أغواره كيف بدأ وإلام يتجه بنفسه وبنا، عملاً بقول الله تعالى: "قل سيروا فى الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق" ("٢٠" العنكبوت)، وهو ينهى كتابه بقول ما معناه أننا رغم هذه الإنجازات الهائلة للعلم فلم نُحدث سوى شرخا فى "شفرة " الكون هذا بعد أن ناقش بموضوعية مختلف الآراء فى ذات الموضوع دينية كانت أو علمية.

وهنا تجد – قارئى – محاولة أخرى لنفس المنظور ولكن من زاوية أخرى، حيث يرى لفيف من العلماء أنه بتوحيد القوى الكبرى المسيطرة على الكون "الكهرومغناطيسية والقوة النووية القوية والقوة النووية الضعيفة والجاذبية" فى معادلة واحدة سنكون قد وقفنا على سر الكون (تحقق توحيد الأولى والثالثة فى شكل الكهرومغناطيسية والجهود متصلة من أجل التوحيد النهائى وإن بشكل لا يوحى باقتراب هذه النهاية على المدى المنظور) كما أن بعضًا من العلماء يرون أنه لا جدوى هناك من توجيه الجهود لهذا المضمار، وقريب من الأخيرين مؤلفنا الحالى إذ يرى أنه لدينا عدداً من النظريات الناجحة التى قدمت لنا أفضل تفسير متاح للكون الخارجى

حولنا وبدرجة كافية للسيطرة على ما نحتاج إليه حيث لا بغية لنا سوى إدراك الحقيقة المحضة ما أمكننا ذلك للوقوف على نسيجها الحق الذى تتشكل خيوطه الأربعة من نظريات أربع هى: النظرية العامة للنسبية، ونظرية ميكانيكا الكمّ، ونظرية النشوء والارتقاء، ثم نظرية المعرفة ـ تلكُم هى السداة واللُّحمة للحقيقة التى نعيش فى ظلها، وهى بدورها ليست باقية أبدًا على ما هى الآن ولكن سيلحق بها التطور والتحسين المستمران إلى حيث تصل بنا إلى غد مأمول، وكل ما علينا هو أن نأخذهم بالجدية الصارمة وأن نربطهم معًا برباط وثيق كيما نبلغ ما نصبو إليه.

وأستطيع هنا أن أدعّى بأننى أجسّد واحداً من الرجال الذين تصورهم أفلاطون وهو يحيك رمزه الشهير "رمز الكهف" والذين كانوا يقبعون فيه وهم مقيدون من الخلف وفاقدو القدرة على النظر إلى ما ورائهم ووجوهم مصوبة إلى أمام حيث جدار الكهف التى تظهر عليه خيالات منعكسة عليه مما كان يجرى خارجه حيث الضوء الباهر الذى لا يتسلل منه إلى داخله إلا النذر اليسير والذى يسمح بتلك الخيالات، فإذا ما قيِّض لأحدهم أن يفك إساره منطلقًا إلى خارج الكهف وإلى الضوء الغامر فلا شك أنه سيدرك أن ما يراه الآن هو الحقيقة وأن ما كان يراه قبلاً هو مجرد ظلال للحقيقة وبمجرد تمام هذا الإدراك عنده ستتولد لديه الرغبة العارمة فى الإسراع إلى زملائه لإبلاغهم بذلك. أى أنه يقصد من قصته الرمزية تلك أن من يطلع على ما يعتقد أنها الحقيقة فستدفعه الغريزة إلى ضرورة إبلاغ من لا يعلمونها بها. وهذا هو ما أفعله بالضبط. وأنا فى هذا لست إلا مجرد هاوٍ – ولست محترفًا فى مجال العلم أو مجال الترجمة – لا يألو جهدًا ما استطاع إلى ذلك سبيلاً فى تحرى الدقة والأمانة فى نقل الموضوع الذى أرى أن أعطيه عنوانًا "كيف يفكرون"؟ وعلام وصل إليه فكرهم وأكثره بادٍ من أمامنا وحولنا ومن خلفنا متمثل فى ثمار للعلم ننعم بها جميعًا.

هذا ما قصدته وما سأستمر عليه ما حييت بعد أن اتسع الخرق على الراتق على نحو كاد أن يبدو كأنه لا سبيل – فى آماد مقبولة أو معقولة – إلى تدارك الأمر واللحاق

بالمتسابقين الأول فى المضمار، وبعد أن تخلفنا عن ركب العلم إلى درجة أكاد أصفها بأنها مزرية مخزية وهو ما يعرفه الجميع قاصٍ كان أو دانٍ ولست هنا فى مجال وصف وتفسير الظاهرة التى أوشكت أن تتجذر ومن ثم تتأصل فى أوطاننا التى باتت لا تقدم للعالم شيئًا على الإطلاق سوى الكلمات وحدها التى بدورها – وكرد فعل للظاهرة ذاتها – لم تعد مسموعة أو تحظى بأى اهتمام يذكر، ثم إننى لا أجد أية خصاصة فى أن أواجه نفسى بتلك الحقيقة الجليّة والمُرّة فى آن معًا، وأن يحذو غيرى نفس المنحى حيث لم تعد هناك نخبة أو عامة ممن يمكن أن يماروا فى هذا سوى البعض ممن يتجاوزون الحاضر والمستقبل معًا اكتفاء بالماضى الذى انقضت عليه قرون عديدة حتى أصبح من ثنايا التاريخ ومكانه لا يعدو أرفف المكتبات محصورًا على هؤلاء ممن يفتتنون بوقائع زمن انقضى وقلة من الأخيرين – تصل إلى حد الندرة – يأخذونه مأخذ الاعتبار والتدّبر.

وعلى كل ما يؤخذ على الترجمة فى عمومها من مآخذ أو هنات والتى أجملها ـ تقريبًا – السيد/ خيرى منصور فى مقالته المعنونة "الترجمة" فى العدد ٩٤ من مجلة "الكتب: وجهات نظر" فى نوفمبر ٢٠٠٦، من المحتم أن ينكب أناس على فعل الترجمة لكافة صنوف المعرفة – وأرى أن العلم والأدب يأتيان على رأسها ـ لينقلوا إلى العربية " كيف يفكر الآخرون؟ وما الذى هداه إليهم هذا التفكير؟" ومن ثم يعكف آخرون من ذوى الخبرة والدربة كل فى تخصصه على التحليل والتنقيب عن السبب وراء تراجعنا وكيفية تجاوز المحنة وبلوغ الأرب والتوصل لخطة مدروسة ذات مواقيت محددة – مهما – طالت يجرى تنفيذها تحت مظلة دولة حرة لها ما يكفى من الوعى والإرادة والصلابة وعن طريق رجال بات الزمان شحيحًا بهم علينا، وربما تصيب هذه الخطة أُكُلها وتُثمر – من بين أشياء أخرى – من النشء من يمتثل ويتهيأ وينطلق واضعًا أمام ناظريه هؤلاء الأفذاذ الذين غيروا بأعمالهم العقلية وجه العالم مرات إثر مرات – وإن بدرجات متفاوتة – حتى وصلنا إلى ما هو عليه الآن.

لعلى – بعد ذلك – أكون قد أوضحت غايتى ومرامى من الأمر كلـه ثم لعلنى وفقت فى مسعاى بعد أن جاهدت قدر ما استطعت أن أتجنب تلك الهنات ... والله ولى التوفيق.

منير شريف

هذا الكتاب مُهدى لذكرى كارل بوبر وهيو إيفريت وآلان تورنج ثم ريتشارد داوكنز. لقد أخذ الكتاب أفكارهم بالجدّية الواجبة.

مقدمة المؤلف

لو أن هناك ما يعتبر حافزا يمكن أن يكون وراء هذا الكتاب حول رؤية العالم، فهو الشكر العميق والامتنان لنجاح الاكتشافات غير العادية للعلم، نحن الآن نحوز عدة نظريات أكثر عمقًا عن بناء الحقيقة. إذا كان لنا أن نفهم العالم على مستوى أكثر مما هو ظاهر منه فيكون ذلك عبر البرهان وعبر هذه النظريات وليس من خلال مفاهيمنا المسبقة أو الآراء التى نستقبلها أو حتى الحس العام. نظريتنا الجيدة ليست فقط أصدق من ذلك "الحس العام" وإنما تذهب إلى مدى أبعد منه.

ومن الواجب أن نأخذها إذن بجدية وليس لمجرد الأساس البرجماتى "النفعى" لما تمنحه لنا من مجالاتها الخاصة ولكن لكونها تفسر لنا العالم. كما أومن أننا سنحقق الكثير من ورائها فيما يتعلق بفهم أكبر لو لم نأخذ كل واحدة منها على حدة وإنما باعتبارهم متصلين فيما بين بعضهم البعض، وباعتبار أن هذا الاتصال أمر لا يمكن تجنبه فهم مرتبطون بشدة وعلى نحو لا ينفصم.

قد يبدو اقتراحًا على جانب من الغرابة أننا نحاول تشكيل نظرة عقلانية ومتماسكة عن العالم ووفقًا للنظريات الأساسية، فذلك قد يبدو غريبًا أو نوعًا من القص. ولكن هذا هو ما يحدث عمليًا. ثمة سبب لذلك يتحصل فى أن هذه النظريات عندما نأخذها بالجدية الواجبة سنجد أن كلا منها يتضمن عدة حدوس (جمع حدس) متعاكسة أو متضادة.

وبالتالى فكل أنواع المحاولات التى قامت لتجنب مواجهة المعانى المتضمنة فى تلك النظريات من خلال التعديل أو معاودة التأمل فيها أو التطبيق المتعسف لمجالاتها

المتعددة، أو استخدامها تجريبياً دون انتظار الكثير من ورائها أو توسيع دائرة النتائج المرجوة منها. ولسوف أنتقد بعض هذه المحاولات التى أعتقد بعدم جدارة أى منها، وذلك عندما يصبح من المقنع أن أشير إليها لشرح تلك النظريات ذاتها. حيث إن هذا الكتاب - بصفة مبدئية - ليست دفاعاً عن تلك النظريات وإنما هو بغرض البحث فيما سيكون عليه نسيج الحقيقة فيما لو كانت تلك النظريات صادقة.

على سبيل التعريف والإقرار:

تطورت بقوة الأفكار التى تناولها الكتاب عبر المناقشات التى جرت بينى وبين كل من: بريس دى ويت(*) Bryce De Witt وأرتور إيكرت(**) Artur Ekert وميشيل لوك وود (***) Michael Lock Wood وإنريكو رودريجو Enrico Rodrigo ودينيس سكياما(****) Dennis Sciama وفرانك تبلر(*****) Frank Tipler

(*) بريس س. دى ويت Bryce S. Dewitt (١٩١٣ - ٢٠٠٤) فيزيائى أمريكى كان يعمل أستاذًا فخريًا للفيزياء بجامعة تكساس بأوستن (مات بسرطان البنكرياس) وكان يُعد عالمًا استثنائيًا بسبب مهارته فى الفهم النظرى للمقاربات الرياضية التى طبقها على كتبه التى من بينها كتابه: "أسئلة الفيزياء الرئيسية"، كما كانت له مساهمات فى تطوير نظرية الكم فى مجال الجاذبية. (المترجم)

(**) أرتور إيكرت Artur Ekert (مولود فى عام ١٩٦١) إنجليزى بولندى المولد، يعمل أستاذًا للفيزياء الكمية بقسم الرياضة التطبيقية والفيزياء النظرية بجامعة كامبريدج، وتعددت مناصبه سواء فى كامبريدج أو دول أخرى، كما حصل على جائزة ديكارت فى ٢٠٠٤ وعضوية معهد الفيزياء فى نفس العام، وكان قد حصل على جائزة معهد ماكسويل وميداليته عام ١٩٩٥ وهو عضو شرف بجمعية الفيزياء بسنجابور وغيرها من الجمعيات والجوائز التى لا يسمح المجال بتعدادها. (المترجم)

(***) ميشيل (مايكل) لوكوود Michael LockWood عالم اجتماعى وكاتب علمى له تصورات خاصة فى التقويم البينى وكشف إمكانيات ارتحال الزمن والزمكان المسطح والمنحنى - والمغلق - وبزوغ النظام والجاذبية وصلتها بالأنطروبيا، وكانت كتابته تتسم بالصعوبة وتشدد الألفاظ. (المترجم)

(****) دينيس ويليام سكياما Dinnis William Sciama (١٩٢٦ - ١٩٩٩) فيزيائى إنجليزى لعب دورًا رئيسيًا فى تطوير الفيزياء الإنجليزية بعد الحرب العالمية الثانية، وأثرت أعماله فى "الكميات الممتدة" امتدادًا لنظرية الجاذبية، كما وضع صلات مهمة ومثمرة لمجالات متعددة مثل الفلك وإشعاعاته والثقوب السوداء.. إلخ. وهو وإن قضى معظم وقته فى التدريس بجامعة كامبريدج إلا أنه درس أيضًا فى عدة جامعات غيرها مثل إكسفورد وهارفارد وكان قد حصل على الدكتوراه من جامعته الأصلية تحت إشراف أستاذه Paul Dirac فى موضوع "مبدأ ماش والقصور الذاتى". (المترجم)

(*****) فرانك جى تبلر Frank J. Tipler فيزيائى أمريكى يعمل أستاذًا للرياضيات بجامعة تولان Tu-lane فى ولاية نيوأورليانز، وهو مناصر كبير للمبدأ الأنثروبولوجى فى أقصى تشكلاته وعضو بالجمعية الدولية لـ"التعقيد والمعلوماتية والتصميم" وشارك مع John D. Borrow فى تأليف كتابهما "المبدأ الأنثروبولوجى الكونى" كما حاز كتابه "فيزياء الخلود The Phisics of Immoral-ity" على الكتاب الأكثر مبيعًا وقت ظهوره. (المترجم)

وجون هويلر John Wheeler وكوليا وولف Kolya Wolf، وأيضا لوالدتي تيكفاه دويتس Tikuoh Deutsch وناشرى الكتاب كارولين نايت Caroline Knight ورافى ميرشاندانى mirchandani، وأيضًا جون وودروف John Woodruff وبصفة خاصة لـ سارة لورنس Sarah Lawrence لقراءتهما النقدية الشاملة المبكرة للمسودات الأولى لهذا الكتاب واقتراحاتهما لتصحيح وتطوير أفكاره. هذا بالإضافة لعرفانى لهؤلاء الذين أضافوا تعليقاتهم على أجزاء منه لدى قراءتهم النسخة المبدئية للكتاب والذين من بينهم هارفى براون(*) Harvey Brown وستيف جراهام(**) Steve Graham وروسيلا لوباتشينى Rossella Lupacchini وسفين أولاف نيبرج(***) Svuein Olav Nyberg وأوليفر ب. ر. سترمبل(****) Oliver and Harriet Strempel كما أخص بالذكر كلا من: ريتشارد دوكنز Richard Dawkins وفرانك تبلر Frank Tipler .

(*) هارفى د. براون Harvey B. Brown (مولود ١٩٥٠) أمريكى إنجليزى المولد (حاصل على الدكتوراه من كينجز كوليج. عام ١٩٧٨ فى فلسفة العلوم) يعمل أستاذًا لفلسفة الفيزياء، وتتركز اهتماماته حول أسس ميكانيكا الكم والنظرية النسبية وفلسفة الزمان والمكان، والفيزياء الحرارية، والمبادئ المتماثلة فى الفيزياء، ومن أشهر كتبه: "النسبية الفيزيائية: بناء الزمكان من منظور ميكانيكى" فضلاً عن ١٧ مؤلف فى المجالات الآنفة فضلاً عما يزيد عن ٤٠٠ بحث علمى منشور. (المترجم)

(**) ستيف جراهام Steve Graham حصل على الدكتوراه فى علوم الحاسب من جامعة كانساس، ومن ثم يعمل أستاذًا مساعدًا فى ذات المجال وله اهتمامات بـ"توكيد المعلومات" و"إدارة شبكات الحاسب المتغايرة الخواص" و"هندسة الحاسب" و"تطبيقات اللغات الكمبيوترية المختلفة". (المترجم)

(***) سفين أولاف نيبرج Svein Olav Nyberg يعمل أستاذًا مساعدًا للرياضيات بقسم التكنولوجيا بجامعة أجدر Agder University، وله مساهمات فى "الاحتمالات" و"الانكسارات" والفلسفة كمًا وبشكل ضعيف فى مجال الشعر. (المترجم)

(****) أوليفر ب. ر سترمبل Oliver B. R. Strimpel حاصل على الدكتوراه فى ميادين الفيزياء و"السوفت وير"، وله اهتمام خاص بالميكانيكا الطبية وبالذات جانبها الإنسانى حيث تابع دون كلل مع المحامين الكثير من الدعاوى القضائية التى يرفعها المرضى. (المترجم)

الفصل الأول

نظرية كل شيء

أتذكر عندما كنت بعد طفلا صغيرا حين كان يقال لى إنه من الممكن لشخص نال قدرًا عاليًا من التعليم أن يعرف كل شيء عن كل ما هو معروف وقتئذ.

أما هذه الأيام فقد قيل لى أن المعرفة أصبحت كثيرة وأنه لا يمكن لشخص أن يعرف - يفهم - أكثر من شريحة رفيعة منها مهما طال به العمر، مما أدهشنى وخيب ظنى فى آن معا. وفى الحقيقة رفضت أن أصدق ذلك وإن لم أكن قادرًا على التدليل على عدم تصديقى ذاك. ولكننى عرفت أننى لم أكن أريد للأشياء أن تكون كذلك كما انتابنى الإحساس بالحسد للدارسين القدامى.

ولم يكن الأمر أننى أريد تذكر كل المعلومات المنصوص عليها فى دوائر المعارف المختلفة عن العالم بل على العكس أنا أكره حفظ الوقائع والحقائق. ولم يكن هذا المستوى من المعنى الذى قصدت أن تكون عليه فكرة معرفة كل ما هو معروف. وما كان ليحبطنى أن يقال لى إن كثيرا من المعانى المضمرة فى الطبيعة تظهر كل يوم بما يفوق قدرة المرء على الإحاطة بها على مدى عمره، أو مثلاً أن هناك ٦٠٠,٠٠٠ نوع من جنس "الخنفساء". ولم تكن لدى رغبة فى تتبع هبوط كل عصفور. كما لم أتخيل أن أحدًا من الدارسين القدامى ممن يفترض أنهم يعرفون كل ما هو معرف كان يعرف مثل هذا النوع من المعلومات. وإنما دارت فى عقلى فكرة متميزة عما هو جدير بالمعرفة. "المعرفة" التى أعنى بها "الفهم".

وفكرة أن المرء يمكنه أن يفهم كل ما هو قابل للفهم ربما تكون فكرة مبهرة ولكن من الواضح أن الفكرة الأقل إبهارًا منها أن تكون للمرء قدرة حفظ وتذكر كل الحقائق المعروفة. وعلى سبيل المثال فلا أحد يمكنه تذكر كل قائمة البيانات الملاحظة عن موضوع ضيق مثل حركات الكواكب، ولكن كثيرًا من الفلكيين "يفهمون" هذه الحركات لأقصى ما هو ممكن فهمه منها.

هذا ممكن لأن الفهم لا يعتمد على معرفة الكثير من الحقائق عن الموضوع وإنما على امتلاك مبادئ وتفسيرات ونظريات صحيحة. إن نظرية بسيطة قابلة للفهم يمكنها

أن تغطى ما لا نهاية له من الحقائق التى تبدو عسيرة الهضم. كما أن أحسن نظرياتنا عن حركة الكواكب هى "النسبية العامة" لأينشتاين(*) التى نسخت فى وقت باكر من القرن العشرين نظرية نيوتن عن الجاذبية والحركة حيث تنبأت بشكل صحيح – من حيث المبدأ – ليس فقط حركة الكواكب بل أيضًا كل آثار الجاذبية إلى أقصى حد يمكن لمقاييسنا الصحيحة المتاحة أن تدركه. لأن أى نظرية تهدف للتنبؤ – من حيث المبدأ أيضًا – يعنى أن التنبؤ يتبع النظرية ذاتها منطقيًا حتى لو كان اختيارها يحتاج إلى قدر من الحوسبة أكبر من قدرة التكنولوجيا على أن تتواءم معه، وحتى لو كانت أضخم فيزيائيًا من أن نتمكن من سحب خواصها على أى مكان فى الكون نجدها فيه.

إمكانية التنبؤ بالأشياء أو وصفها، بصرف النظر عن الصحة، ليست جميعها نفس الشىء كفهمها. التنبؤ بالأشياء ووصفها فى الفيزياء عادة ما يُعبّر عنه بالمعادلات الرياضية. افترض أننى حفظت المعادلة، واستطعت، لو امتلكت الوقت والرغبة، حساب مواضع الكواكب المسجلة فى الأرشيفات الفلكية ما الذى أكون قد جنيته، أكثر مما حصلت عليه من عملية حفظ الأرشيفات مباشرة؟ المعادلة أسهل فى الحفظ والتذكر، ولكن مناظرة عدد من الأرشيفات ربما يكون أسهل من حساباتها من خلال المعادلة. ميزة المعادلة أنه يمكن استخدامها فى عدد من الحالات غير محدود فيما وراء قائمة المعلومات المؤرشفة، فيما يتعلق مثلا بالتنبؤ عن المستقبل من خلال ملاحظاتنا الآنية. ويمكنها أيضًا أن تدلنا على تاريخية مواضع الكواكب بشكل أكثر صحة ذلك أن المعلومات المؤرشفة تحتوى على أخطاء فى الملاحظة. بالإضافة إلى هذا فإن المعادلة يمكنها تلخيص عدد لا نهائى من الحقائق أكثر مما هو متاح فى الأرشفة باعتبار ما

(*) ألبرت أينشتاين Albert Einstein (١٨٧٩ – ١٩٥٥) فيزيائى أمريكى ألمانى المولد، وفى عام ١٩٠٥ عندما كان لم يزل بعد طالبًا لم يزد قليلاً عن أعوامه العشرين من العمر طبع عدة أبحاث مثّل كل منها اكتشافًا ضخمًا فى عالم الفيزياء مثل النسبية العامة والنسبية الخاصة وتكافؤ الكتلة والطاقة وفوتونية الضوء – حاز على جائزة نوبل عام ١٩٢١ . (المترجم)

نعرفه من أنها – الأرشفة – لا تعنى بفهم حركات الكواكب. الحقائق لا يمكن فهمها من مجرد تلخيصها فى معادلة بأكثر من وضعها على الورق فى قائمة لكى يمكن ربطها بالذاكرة الحافظة. وإنما يمكن فقط فهمها من خلال شرحها.

ومن حسن الحظ أن أحسن نظرياتنا تتضمن شروحات عميقة فضلا عن تنبؤات صحيحة. النظرية العامة للنسبية تشرح الجاذبية من منظور هندسى رباعى الأبعاد لزمان ومكان منحنى. إنها تشرح بدقة كيف أن هذه الهندسة تؤثر فى المادة وتتأثر بها. هذا الشرح هو أكثر ما يرضينا فى النظرية، التنبؤ بحركات الكواكب هو واحد من التداعيات التى يمكن استخلاصها من الشرح.

الذى يجعل النظرية العامة للنسبية أكثر أهمية، ليس مجرد أنها تتنبأ بحركات الكواكب بدرجة أكثر صحة مما تستطيعه نظرية نيوتن ولكن لأنها تكشف وتشرح مفاهيم مسبقة وغير متوقعة عن الحقيقة مثل انحناء الزمان والمكان وهذا بالضبط هو النموذج للشرح العلمى. النظريات العلمية تشرح الموضوعات والظواهر الموجودة بيننا وتلك المتضمنة فى الطبيعة والتى لا تمر بها خبراتنا بشكل مباشر.

ولكن قابلية النظرية لشرح ما يتخلل تجاربنا ليس هو أهم مساهماتها، إلا أن مساهمتها الأهم هى أنها تشرح النسيج الذى تتشكل منه الحقيقة. وكما سنرى أن أهم مساهمة ذات معنى ومفيدة للتفكير الإنسانى عمومًا هو القابلية لشرح والكشف عن نسيج الحقيقة.

ومع ذلك فإن بعض الفلاسفة وحتى بعض العلماء يضعفون من قيمة الشرح فى العلم، الأمر بالنسبة لهؤلاء هو أن أهم أغراض العلم ليس هو شرح أى شىء ولكن التنبؤ بما يخرج من نتائج التجارب؛ أقصى ما يرضيهم هو تلك القدرة التنبؤية. بالنسبة لهم فإن أى شرح متماسك ومتين يمكن لأى نظرية أن تعطيه لنا يتساوى مع أهميتها التنبؤية بل إن هذه الأخيرة تَفْضُل أى شرح على الإطلاق طالما ظل التنبؤ

صحيحًا. وهذه النوعية من النظر هى التى يطلق عليها اسم "الأدواتية" أو "الذرائعية"(*) (لأنها تقول أن أى نظرية ليست إلا ذريعة أو أداة لصنع التنبؤات). بالنسبة لهؤلاء فإن الفكرة القائلة بأن العلم يمكننا من فهم الحقائق المتضمنة فى الطبيعة والتى تعتد بها ملاحظاتنا، هى فكرة مضللة ووهمية. إنهم لا يمكنهم رؤية كيف أن أى نظرية علمية يمكنها أن تقول شيئًا وراء التنبؤ بنتائج التجربة هو ليس أكثر من كلمات فارغة.

كما يلاحظون أن الشرح أساسًا هو مجرد دعامات سيكلوجية أو نوع من الخيال الروائى نجسده فى شكل نظريات لنجعلها أكثر سهولة فى الحفظ والتذكر وأكثر ترضية لنا. والفيزيائى(**)ستيفن واينبرج - الحائز على جائزة نوبل - كان واقعًا تحت تأثير المزاج الذرائعى حين وضع تعليقه المدهش التالى على شرح آينشتاين للجاذبية: أهم شىء هو أن تكون قادرًا على التنبؤ من خلال الصور الفلكية - الرقائق المصورة - بالترددات الخاصة بخطوط الطيف .. وهكذا، وببساطة فليس مهما أن نضع توصيفًا لهذه التنبؤات بناء على التأثيرات الفيزيقية لمجالات أو حقول الجاذبية على حركة

(*) ضرب من البراجماتية اصطنعه جون ديوى للمعرفة على أنها آلة أو وظيفة فى جذوة الحياة حيث يقول : إن المعرفة العقلية آلة ضبط عندما تصادفنا عقبة ما"، وأصبحت مذهبًا فلسفيًا Instrumentalism أصاب نماؤه وتقدمه على يد المنطقى المذكور ويتمثل فى أن أى شىء أو فكرة ما هو قيمته أو قيمتها كوسيلة للفعل، وأن صدق أى فكرة يكمن فى منفعتها، وقد فصل ديوى هذه الأفكار تحت مصطلح البراجماتية Pragmatism كعنوان لوجهات نظر فى التعليم- كما أضافت هذه المدرسة أن الفهم لا يتأتى من أسباب مشهدية أو ميتافيزيقية ولكن ينجم عن الفرض العملى لوضع ناجح، ومن ثم فإن الأفكار يتم فهمها كأدوات من شأنها استبدال الصعوبة التى تبرز من مواجهة معضلة بالارتياح الذى يشعر به المرء عند حل هذه المعضلة. (المترجم)

(**) ستيفن واينبرج Steven Weinberg (١٩٣٣ - ...) فيزيائى أمريكى حصل عام ١٩٧٩ على جائزة نوبل مشاركة مع شيلدون لى جلاشو Sheldonlee Glashow وعبده سلام Abdus Salam لقيامهم بإنشاء نظرية تفسر الحقائق المعروفة عن الإلكتروديناميك والتفاعل الضعيف، وجعلت من الممكن التنبؤ بما يتحصل عن تجربة تصطدم فيها العناصر البدائية مع بعضها البعض ومن ثم ينتج عن ذلك التفجير المطلوب. (المترجم)

الكواكب والفوتونات (مثل الفيزياء السابقة على أينشتاين) أو على أساس انحناء المكان والزمان (الجاذبية والكونية).

واينبرج والذرائعيون الآخرون كانوا مخطئين لأنه من المهم للفيزيائيين النظريين مثلى أن يصفوا الصور على رقائق الصور الفوتوغرافية لأن الدافع وراء إعداد المعادلات ودراسة النظريات هو الفهم الأكثر والأحسن للعالم (من المؤكد لى أن هذا هو نفس الدافع عند واينبرج وهو ليس مدفوعًا لذلك برغبة المجادلة فى أمر التنبؤ أو ألوان الطيف) وحتى لدى أية دعاوى عملية محضة فإن قوة الشرح هى العظمى أما قوة التنبؤ فهى قوة إضافية. إذا بدا ذلك مدهشا، تخيل عالمًا يعيش خارج الأرض ثم جاء لزيارة الأرض وأعطانا أكثر من تكنولوجيا غاية فى التقدم واستطاع هذا الوسيط الروحانى أن يهدينا باستطاعة التنبؤ بنتائج أى تجربة ممكنة دون أن يمدنا بأية تفسيرات أو شروح، بالنسبة للذرائعيين فإنه فى وجود هذا الوسيط الروحانى لن نكون بحاجة إلى مزيد من استخدام النظريات العلمية إلا كوسيلة للمتعة. ولكن هل هذا صحيح؟ كيف سنستخدم هذا الوسيط الروحانى عمليًا أو فى التجربة؟ سوف يحتوى الوسيط على المعلومات اللازمة مثلاً لبناء سفينة فضاء تتحرك بين جاذبية الكواكب. ولكن كيف بالضبط سيساعدنا هذا فى بنائها بالفعل أو بناء وسيط روحانى من نفس النوع؟ أو حتى مجرد نوع أحسن من مصائد الفئران؟ الوسيط الروحانى يمكنه فقط التنبؤ بنتائج التجارب. ولذلك فإنه لكى يمكننا استخدام تلك السفينة الفضائية فإن من أول ما يجب أن نسأله للتجربة إذا ما أُعطينا تصميم السفينة والتفاصيل المقترحة لاختبار الطيران، هو أن تخبرنا على أى نحو سيكون سلوك السفينة الطائرة خلال رحلتها. ولكن حتى لو تنبأت لنا بأن السفينة التى صممناها ستنفجر لدى إقلاعها فلن يمكنها إخبارنا عما يجب أن نفعله لتجنب مثل هذا الانفجار. ولعل ذلك يظل ممكنا التعامل معه وقبل هذا التعامل وقبل حتى أن نشرع فى تحسين التصميم بأى طريقة فلا بد لنا من فهم، من بين أشياء أخرى، كيف من المفترض أن تعمل سفينة الفضاء

هذه. وهذا فقط عندما تكون لدينا فرصة اكتشاف ما الذى يمكنه أن يُحدث مثل هذا الانفجار لدى الإقلاع. التنبؤ - حتى لو كان تامًا أو تنبؤا كونيا - ليس بديلا عن الشرح والتفسير.

وبالمثل فإنه فى أى بحث علمى لن يمدنا الوسيط الروحانى ذاك بأية نظرية جديدة. إلى حين أن تكون لدينا واحدة بالفعل وَفكّرنا فى تجربة ما لاختبارها. هل من الممكن أن نسأله ما الذى يمكن حدوثه فيما لو أثمرت النظرية عن عدم تطابق مع تلك النظرية. وهكذا فإن الوسيط الروحانى لن يحل محل النظريات على الإطلاق، وإنما سيحل محل التجربة فقط وسيوفر علينا عناء إقامة المعامل والتسريع المتزايد للعناصر. وبدلاً من بناء نماذج سفن فضائية والمخاطرة بأرواح القادة الاختباريين لهذه السفن، فإنه يمكننا أن نقيم كل التجارب بقادة يجلسون داخل سفنهم بنظام "الطيران التمثيلى" المحكوم السلوك مستعينين بتنبؤات الوسيط الروحانى.

سيكون الوسيط الروحانى ذاك مفيدا فى مواقف عديدة إلا أن فائدته ستعتمد دائمًا على قابلية البشر على حل المعضلات العلمية بالطريقة التى يعرفونها على الأقل باستشارة نظرياتهم الشارحة. وحتى لن يحل محل كل عملية التجريب لأن قابليته للتنبؤ بنتائج تجربة معينة سوف تعتمد عمليًا على سهولة وصف التجربة بدرجة من الدقة والصحة للوسيط حتى يتسنى له أن يعطينا تنبؤه بنفس المستوى وعلى نحو مفيد وذلك بالمقارنة مع إجراء التجربة فى الواقع. ربما يكون وصف بعض التجارب باستخدام اللغات التقليدية أكثر من غيرها إذ أنه من الناحية العملية فإن الكثير من التجارب معقد إلى درجة يصعب وصفها. ولذا فسيكون لدى الوسيط الروحانى نفس المزايا واللامزايا كأى مصدر آخر من مصادر المعلومات التجريبية ولن يكون مفيدا فقط إلا فى الحالات التى تكون استشارته أكثر إقناعًا لنا مما لو لجأنا إلى مصادر أخرى. ولنضع هذا المعنى بعبارات أخرى: هناك بالفعل وسيط آخر بالخارج هو العالم الفيزيائى. إنه يخبرنا بنتيجة أى تجربة ممكنة فيما لو وجهنا إليه السؤال باللغة

المناسبة (أعنى إذا قمنا بالتجربة فعليًا) ولو أنه فى بعض الحالات سيكون من غير الواقعى بالنسبة لنا الدخول إلى وصف التجربة كما هو مطلوب (أعنى بناء وتشغيل الأجهزة). ولكنه (الوسيط) لن يمدنا بأية شروح.

فى قليل من التطبيقات مثل الأرصاد الجوية سوف نرضى بوسيط روحانى تنبؤى محض تقريبًا كما نرضى بوجود نظرية شارحة. وحتى هنا سيكون مفيدا ومباشرًا فى حالة أن تكون تنبئواته الجوية كاملة وتامة.عمليًا فإن التنبؤ الجوى لا يكون تامًا أو كاملاً ولذلك فهم يضمّنون التنبؤات بشروح تفسر كيف للمتنبئين الجويين الوصول للنتائج التى ذكروها. الشروح هى التى من خلالها نستطيع الحكم على مصداقية التنبؤات واستنتاج مزيد منها تبعًا لاحتياجاتنا وموقعنا الجغرافى. على سبيل المثال فسيكون هناك فرق لو أن تنبؤات اليوم الجوية تخبرنى أن الغد ستزداد فيه الرياح بناء على توقع اقتراب منطقة ضغط جوى مرتفع، أو الاقتراب من أى إعصار ما . وسوف أكون أكثر حذرًا مع هذه الحالة الأخيرة. نفس رجال الأرصاد الجوية يحتاجون لنظريات شارحة تفسر لهم الكثير حتى يتمكنوا من تخمين أى التقريبات أكثر أمانًا فى العمليات الحسابية الممثلة (الجو المحاكى) فى الكمبيوتر، وأى الملاحظات الإضافية التى تسمح بالتنبؤات لكى تكون أكثر دقة فى التوقيت وفى صحتها هى ذاتها وهلم جرا.

وعلى هذا يكون التلخيص الأمثل للذرائعى عبر هذا الوسيط الروحانى المتخيل هو إخلاء النظرية العلمية من شروحاتها سوف يكون بالتأكيد ذا نفع محدود. ودعنا نكون شاكرين أن النظريات العلمية ليست كذلك وأن العلماء فى الواقع لا يعملون طبقًا لهذا المثال.

واحدة من الحالات القصوى للذرائعية تسمى الوضعية (أو الوضعية المنطقية) وتدعى أن العبارات التى لا تصف أو تتنبأ بالملاحظة ليست فقط خادعة وإنما أيضًا غير ذات معنى ولو أن هذه العبارة الأخيرة ذاتها بغير معنى، وفقا لنفس المعيار الذى

تستخدمه، وبرغم ذلك فقد كانت هذه النظرية هى السائدة طوال النصف الأول من القرن العشرين وحتى أيامنا هذه فإن الذرائعية والوضعية لا تزال أفكارهما ذات قيمة، وواحد من الأسباب لأن تكون معقولة ولو ظاهرياً أنه ولو أن التنبؤ ليس هو غرض العلم إلا أنه يمثل واحدة من سمات المنهج العلمى. الأسلوب العلمى يفترض نظرية جديدة لشرح بعض مستويات الظاهرة ثم يقوم بإجراء تجربة اختبارية حاسمة، تجربة تتنبأ بالنظرية القديمة بقيمة ما لإحدى القياسات الناتجة عنها بينما تتنبأ النظرية الجديدة بنتيجة أخرى وعلى المرء حينئذ أن يلفظ النظرية التى يثبت أن نتائجها كانت خادعة. وهكذا فإن نتائج التجربة الحرجة أو الحاسمة تلك هى التى ستقرر أى النظريتين أحق بالتصديق بناء على مدى اتفاق التنبؤات الصادرة عن أى منها مع نتائج هذه التجربة وليس بشكل مباشر من خلال شروحات كل منهما. ذلك هو واحد من مصادر الالتباس فى أن النظرية العلمية ليست أكثر من تنبؤاتها. إلا أن الاختبارات التجريبية هى بأى مقياس العمليات الوحيدة المحك فى عملية نمو المعرفة العلمية. الأغلبية العظمى من النظريات العلمية التى تم رفضها كانت بسبب احتوائها على شروحات سيئة وليس لأنها لم تفلح تجريبيًا. لقد رفضناها دون حتى الاعتناء باختبارها. وعلى سبيل المثال النظرية القائلة بأن تناول ما مقداره كيلو جرام من الحشائش يشفى من مرض البرد. هذه النظرية تمتلك تنبؤا قابلاً لتجربة اختبارية: لو أن الناس حاولوا قبل هذا العلاج ووجدوه غير فعال فسوف يثبت أن النظرية زائفة. ولكنها لم تختبر وربما لن يحدث مستقبلاً ذلك لأنها لا تحوى أية شروح أو تفسيرات أو حتى كيف سيعمل هذا الشفاء المنتظر وعلى أى شيء سيكون. نحن نرفضها دفعة واحدة ونفترض خداعها. يوجد دائمًا عديد من النظريات المشابهة الممكنة، متناغمة أو متساوقة مع الملاحظات القائمة، نقيم تنبؤات عنها دون أن يكون لدينا الوقت أو المصادر التى تمكننا من اختبارها جميعًا. إننا نختبر تلك النظريات الجديدة التى تبدو كأنها تعدنا بأشياء مشروحة أكثر مما تفعل تلك النظريات السائدة.

إن القـول بأن التنبـؤ هـو غـرض النظرية العلميـة لهـو من قـبـيل خلط الوسـائل بالنهايات. إنه مثل القول بأن الغرض من سفينة الفضـاء هو حرق الوقود لأن الواقع يقول أن حرق الوقود هو مجرد واحد من بين أشياء عديدة على السفينة أن تقوم بها لتحقيق غرضها وهو نقل الشحنة (أيا كانت) من نقطة فى الفضاء إلى نقطة أخرى. اجتياز التجارب الاختبارية هو واحد من أشياء عديدة على النظرية أن تجريها لتحقيق الغرض الحقيقى للعلم ألا وهو شرح وتفسير العالم.

وكمـا قلت فـإن الشـرح يقدم لنا - على نحـو لا يمكن تجنبـه - فى مصطلحـات جزئية أشياء لا نلحظها مباشرة مثل الذرات والقوى، وما هو بداخل النجوم، ودورات المجرات المتعاقبة، وماضى وحاضـــر قوانين الطبيعـة، وكلما تعمقت الشـروح كانت بعيدة عن التجربة الآنّية تبعًا للخواص المعينة التى تشيـر إليـها. وليس وجود هذه الخواص من قبيل الخيال القصصى، على العكس من ذلك هى جزء من نسيج الحقيقة الفعلى.

عادة - ما يحمل التفسير فى طياته التنبؤ بشأنه، بالطبع عندما يكون شىء - من حيث المبدأ - قابلا للتنبؤ به فسيكون الشرح الكامل عنه والمرضى متضمنا - من حيث المبدأ أيضًا - من بين أشياء أخرى هذا التنبؤ. ولكن عديداً من غيـر القـابل للتنبـؤ (فى ذاته أى من حيث جوهره) يمكن أيضًا أن يكون مشروحًا وقابلاً للفهم. على سبيل المثال لا يمكنك التنبؤ بما هى الأرقام التى سـتتوقف عندها عجلة الروليت فى مباراة عادلة (غير متحيزة). ولكنك لو فـهمت تصميم عجلة الروليت وكيف تقوم بالأداء فى مباريات عادلة، حينئذ سوف تتمكن من تفسير كيف أن التنبؤ بالأرقام هو من قبيل المستحيل. ولمرة ثانية فليس مجرد علمك بأن العجلة عادلة هو نفس الأمر كفهمك للذى يجعلها عادلة.

إنه الفهم وليس مجرد المعرفة (أو الوصف أو التنبؤ) وهو ما أناقشه. لأن الفهم يأتينا عبر نظريات شارحة، وبسبب العمومية التى قد تسم هذه النظريات، فإن تكاثر

وتوالد الحقائق المسجلة لا يجعلها عصيّة على فهم كل ما هو قابل للفهم. وبصرف النظر عن أن معظم الناس ربما يقولون - وهذا من تأثير ما كان يقال لى مما أسترجعه عن طفولتى - ليس فقط أن كمية الحقائق المسجلة قد تزايدت إلى مستوى هائل ولكن الزيادة شملت أيضا عدد النظريات التى نفهم العالم من خلالها ومدى تعقيدها. ويقولون أيضًا - تبعًا لذلك - أنه سواء كان ممكنًا أو لا بالنسبة لأى شخص أن يفهم كل ما كان مفهومًا فى وقت ما فإن ذلك بالتأكيد من المستحيل الآن، وإن الاستحالة سوف تزداد أكثر وأكثر مع نمو المعرفة. ربما يبدو أنه مع كل مزيد من الوقت يُكتشف شرح جديد أو تقنية جديدة تُفصِّل أو تتصل بموضوع معين، نظرية أخرى تضاف للقائمة التى تلزم شخصًا يريد أن يتعلم ويفهم هذا الموضوع، وعندما يكون عدد تلك النظريات عن الموضوع هائلاً فإن فكرة التخصص تبرز حينئذ. علم الفيزياء على سبيل المثال قد انشق إلى علوم عديدة منها: الفيزياء الفلكية، الديناميكا الحرارية، فيزياء الجسيمات الأولية، نظرية المجال الكمى، وكثير غيرها كل منها مؤسس على إطار نظرى ثرى جدًا لدرجة تساويه مع ثراء الفيزياء منذ مائة عام، بل وكثير منها قد تشعب بالفعل لمزيد من التخصص داخل التخصص. وكلما اكتشفنا المزيد كلما صعب تجنب انخراطنا فى عصر التخصص، وكلما بعد ذلك الزمن النائى القائم على الافتراضات حين كان شخص واحد يوصف بأنه يفهم فإن فهمه يتضمن كل ما كان مفهوما وقتئذ.

وفى مواجهة هذا النمو المتسارع والواسع لقائمة الطعام (إذا جاز التشبيه) والتى تشمل جميع النظريات المسجلة منذ بداية الجنس البشرى، فإن للمرء أن يشك فى أن أى أحد يمكنه أن يتذوق واحدا من كل أطباق القائمة على مدى عمره. على الرغم من أن هذا سبق أن كان ممكنا يوما. فإن الشروح هى نوع غريب من الطعام وأى مقطع كبير منه ليس صعب البلع بالضرورة. إن نظرية جديدة قد تزيح أو تلغى أخرى سابقتها لأنها تحوز مزيداً من الشرح، وعليه تصبح النظرية القديمة فائضة عن الحاجة

بينما نصبح نحن أكثر فهما وفى حاجة أقل للدرس والتعلم عما كنا عليه من قبل. هذا ما حدث عندما ظهرت نظرية نيقولاس كوبر نيقوس(*) Nicolous Copernicus عن دوران الأرض حول الشمس التى أزاحت النظام البطليموسى المعقد الذى وضع الأرض فى مركز الكون أو تكون النظرية الجديدة عبارة عن تبسيط لنظرية قائمة، مثلما جاءت الأعداد (ذات النظام العشرى) بديلا عن الأرقام الرومانية (النظرية هنا مفهومة ضمن كل ملاحظة تعالج عمليات معينة وعبارات وأفكار عن الأرقام أكثر بساطة من غيرها وبذلك كانت تحوى نظرية عن أى العلاقات بين الأرقام تكون ذات فائدة وممتعة).

أو أن النظرية الجديدة تصبح مجرد توحيد بين نظريتين قديمتين وتعطينا فهما أكثر مما لو استخدمنا كل نظرية منهما على حدة كما حدث عندما وحد ميشيل فارادى(**) Michael Faraday وجيمس كليرك ماكسويل(***) James Clerk Maxwell نظريتى الكهرباء والمغناطيسية فى نظرية واحدة "الكهرومغنطيسية". كثير من الشروح غير المباشرة فى أى موضوع تهدف إلى تنمية تقنية أو مفهوم أو لغة نستطيع من

(*) نيقولادس كوبر نيقوس (١٧٤٣- ١٨٤٣) Nicolaus Copericos فلكى بولندى، من أهم إسهاماته الاعتراض على نظام مركزية الأرض المنسوب إلى بطليموس، واستبداله بنظام مركزية الشمس الذى تسمى باسمه، الأمر الذى فتح الباب واسعًا للعلم الحديث. (المترجم)

(**) ميشيل فارادى Michael Faraday (١٧٩١ - ١٨٦٧) فيزيائى وكيميائى إنجليزى ساهمت تجاربه بشدة فى الكهرباء المغناطيسية، وفى عام ١٨٢١ اكتشف الموتور الكهربى وصنع موديلاً بدائيًا له ثم طوره بعد ذلك بعد اقتناعه بالعلاقة المتبادلة بين الكهربية والمغناطيسية (الكهرومغناطيسية)، كما أنتج أول دينامو ودرس العوازل الكهربية، ومن أبرز مؤلفاته "معالجات كيماوية" و"بحوث تجريبية فى الكهرباء" و"بحوث تجريدية فى الكيمياء والفيزياء" و"ستة محاضرات فى التاريخ الكيميائى للشمعة" و"حل القوى المختلفة فى الطبيعة". (المترجم)

(***) جيمس ماكسويل James Maxwell (١٨٣١ - ١٨٧٩) فيزيائى إسكتلندى، وقد أعد نظرية فى الكهرومغناطيسية، كما تُسمى باسمه: حث التدفق المغناطيسى فى السنتيجرام ثانية، وقدم وهو فى سن ١٤ بحثًا عن الانحناءات الإهليلجية، فضلاً عن أنه أول من أنتج صورة ملونة، كما بحث فى الحلقات المحيطة بكوكب زُحل وارتباطها بالميكانيكا والنظرية الديناميكية للغازات. (المترجم)

خلالهم فهم موضوعات أخرى، وهكذا هى المعرفة بشكل عام بينما تزداد انتشاراً وتتكاثر فهى من حيث بنائها تصبح طيّعة لأن تكون مفهومة.

من المسلم به، وهو ما يحدث عادة، أن النظريات القديمة عندما تصبح جزءًا من كل أكبر ضمن نظرية جديدة فإن تلك القديمة لا تهمل أو يتم نسيانها. حتى الأرقام الرومانية(*) ما زالت تستخدم اليوم لأغراض معينة. الأساليب المعقدة التى كان يستخدمها الناس فى الحساب مثل إيجاد أن حاصل ضرب **XVII** فى **XIX** يساوى **CCXXIII** أى ١٧ × ١٩= ٣٢٣ لم تعد من الأمور الجادة أو البارزة وإن كانت بلا شك لا تزال معلومة ومحفوظة فى مكان ما، مثلا لدى مؤرخى الرياضيات هل يعنى هذا أن المرء لا يستطيع فهم كل ما هو مفهوم دون معرفة للأرقام الرومانية وحسابهم الملغز والعكس هو الصحيح. فإن أى رياضاتى معاصر لم يسبق له أن سمع بالأرقام الرومانية يمكنه أن يجرى بفهم كامل ما يتصل بها من عمليات رياضية. بل أن تعلمه ما يتعلق بالأرقام الرومانية لن يضيف إليه معرفة جديدة، إلا ربما بعض حقائق لها سمة تاريخية، حقائق عن خصائص بعض الرموز المُعرّفة تحكميًا أكثر مما يجب أن يعرفه عن الأرقام نفسها. مثل أى عالم حيوان يتعلم كيف يترجم أسماء الأنوا ع إلى لغة أجنبية عنه، أو فلكى يتعلم كيف اختلفت حضارات مختلفة فى ضم مجموعة من النجوم فى أبرا ج.

إنه لأمر آخر أن تعرف – وجهة النظر التاريخية – كيفية الحساب بالأرقام الرومانية – افترض أى نظرية تاريخية ما – أو بعضا من الشروح – تعتمد على تقنية الرومان فى عملية "الضرب" (والأكثر على سبيل المثال، وكما تم حدسه، أن تقنيتهم فى

(*) الترقيم الرومانى نظام للأرقام ابتدعته روما القديمة مبنى على مجموعة من الرموز هى (1 = I) ، (5 = V) ، (10 = X) ، (1000 = M) ، (500 = D) ، (150 = C) ، (50 = L). وتكتب الأرقام بناء على قاعدتين الأولى أنه كان حرفًا أو أكثر مكتوبًا. بعد حرفا أكبر مباشرة تجمع الأرقام فالرقم XX يساوى ٢٠ والرقم XV يساوى ١٥ والرقم VI يساوى ٦، والقاعدة الثانية أنه إذا سبق رقم أصغر رقمًا أكبر تطرح الأرقام فمثلاً IV يساوى ٤، (40 = XL) ، (900 = CM) (المراجع)

الأعمال الصحية المعتمدة على المواسير النحاسية قد تسببت فى تسميم مياههم، وبالتالى ساهمت فى تراجع الإمبراطورية الرومانية) وفى هذه الحالة سنحتاج لفهم هذه التقنيات من أجل فهم التاريخ. وأيضًا لفهم "كل ما هو مفهوم". أما فى حالة عدم وجود تيار تاريخى يعتمد على عملية "الضرب" فإننا لن نفهم جيداً أو بشكل كامل، ولذا فإن تسجيلنا لهذه التقنية هو نوع من جعلها حقائق آثارية (من قبيل الآثار). "كل شىء مفهوم" يمكن فهمه بدون الحاجة لمثل هذه الحقائق. ربما ننظر إليها (المعلومات الآثارية) عندما نطالع ونحتاج لفك شفرة مخطوط قديم ترد به الإشارة إليهم.

واستمراراً فى محاولة التمييز بين الفهم وبين مجرد المعرفة، أنا لا أرغب فى فهم أهمية المعلومات المسجلة غير الشارحة. بالطبع هى ضرورية فى كل ما يتعلق بإعادة إنتاج النظم الميكروسكوبية العضوية (التى فيها مثل هذا النوع من المعلومات فى جزئيات الدنا DNA الخاصة بها) بالنسبة لأقصى تفكير بشرى تجريدى. وهكذا ما الذى يميز الفهم عن مجرد المعرفة، ما هو الشرح أو التفسير فى مواجهة مجرد عبارة عن حقيقة مثل وصف (صحيح) أو تنبؤ ما؟ من الناحية العملية فنحن عادة ما نستطيع التمييز بينهما بسهولة كافية. نحن نعرف عندما لا تفهم شيئًا حتى لو كان موصوفًا أو متنبأ به على نحو صحيح (مثل عملية وجود مرض معروف ولكن من غير المعروف أصله عضويًا، ثم نعرف عندما يساعدنا شرح ما على فهمه أكثر أو أحسن). ولكن من الصعب وضع تعريف محدد للشرح "أو "الفهم". على سبيل القول – مجرد القول – الشرح يتعلق بـ "لماذا؟" والفهم عن "ماذا ؟"، أنها عن العمل الداخلى فى الأشياء؛ عن كيف تكون الأشياء فى حقيقتها وليس كما تبدو فى ظاهرها؛ حول ما يجب أن تكون عليه وليس مجرد ما يحدث منها؛ حول قوانين الطبيعة أكثر من أن تكون حول قوانين تشير لهذه الطبيعة. إنها أيضًا حول جمال التماسك والتبسيط بالمقابل مع التحكمية والتعقيد حتى ولو أنه ليس سهلا أيضًا تعريف ذلك. وعلى أية حال فإن الفهم هو واحد

من أهم وظائف العقل والمخ لدى البشر، ووظيفة أيضًا متفردة. وكثير من وظائف النظم الفيزيائية مثل أمخاخ الحيوانات والكمبيوترات والماكينات الأخرى يمكنها أن تستوعب الحقائق وأن تعمل عليها. ولكننا حاليًا لا نعرف أى كائن قابل لفهم الشروح - أو راغبًا فيه بالدرجة الأولى- سوى العقل البشرى. إن أى اكتشاف لأى شرح أو تفسير جديد، وكل عمل من شأنه جنى شرح قائم يعتمد على الخاصية الفريدة لدى البشر المتمثلة فى التفكير الإبداعى.

المرء يستطيع أن يرى ماذا يحدث للأرقام الرومانية عند تنزيل مستواها من نظرية شارحة إلى مجرد وصف للحقائق. مثل هذا التنزيل فى الدرجة يحدث دائمًا عندما تنمو معارفنا. وبصفة مبدئية أو جذرية فإن النظام الرومانى للأعداد يشكل جزءًا من الإطار المفهومى والنظرى الذى من خلاله يفهم الناس العالم. أما الآن فإن الفهم المطلوب الحصول عليه فى هذا الاتجاه - فهم العالم - هو مجرد نتوء رفيع من الفهم المتعمق المتضمن فى النظريات الرياضية الحديثة، وبما تحويه من استخدام للرموز.

هذا من شأنه أن يوضح مساهمة أخرى للفهم. فمن الممكن أن تفهم شيئًا دون معرفة أن شخصًا آخر قد فهمه، أو حتى مجرد سمع به. قد يبدو هذا كما لو أنه متناقضا، ولكن من حيث أقصى درجات العمق، فإن الشروح العامة تغطى المواقف غير المعتادة مثل تلك المعتادة بالفعل. إذا كنت رياضياتيًا معاصرًا تواجه الترقيم الرومانى لأول مرة ربما لا تميز لأول وهلة أنك بالفعل قد فهمته. سوف تحتاج فى البداية أن تتعلم نطاقه ثم تنظر إليه من منظور فهمك الحديث. ولكن بمجرد أن تفعل ذلك سوف تكون قابلاً فى استعادتك للأحداث - للتساؤل : "نعم، ليس هناك جديد وراء الحقائق فى هذا النظام الرومانى". وهذا يعنى القول بأن الترقيم الرومانى فى قاعدته المفسرة ليس أكثر من نظام عتيق تمامًا.

وهذا يشبه قولى إننى أفهم كيف يؤثر انحناء المكان والزمان على حركة الكواكب حتى فى نظم شمسية لم أسمع عنها، وأنا هنا لا أدعى أننى يمكن دون أفكار مستجدة أن استدعى لعقلى أى شروح تفصيلات دوران أو تذبذب مدارات الكواكب. ما أعنيه أننى فهمت النظرية التى تحتوى كل هذه الشروح، ولهذا أستطيع أن أستنتج أيا منها طبقًا لمعطياتها عندما أحصل على معلومات عن أى كوكب معين. وعندما أفعل ذلك أستطيع القول – عند استرجاع ما حدث – :"نعم أنا لا أرى فى حركة هذا الكوكب سوى مجرد حقائق لم يكن سبق شرحها فى النظرية النسبية العامة". إننا نفهم نسيج الحقيقة فقط بفهم النظريات التى تشرح ذلك. وطالما هى تشرح لنا أكثر مما ننتبه إليه على الفور يمكننا أن نفهم أكثر عما لم ننتبه لفهمه على التو.

أنا لا أعنى بقولى هذا أنه عند فهمنا للنظرية فإن ذلك يستتبع بالضرورة أننا فهمنا كل ما يمكن أن تشرحه. فمع النظريات المتعمقة للغاية فإن التعرف على أنها تشرح ظاهرة معينة يعنى فى حد ذاته اكتشاف له معناه يحتاج شرحًا مستقلا. على سبيل المثال: أشباه النجوم هى مصادر مضيئة للغاية للإشعاعات فى مركز المجرات – والتى كانت لعديد من السنوات واحدة من ألغاز الفيزياء الفلكية. كان مُعتقداً فى إحدى المرات أن الفيزياء الحديثة تحتاج إلى شرح ذلك إلا أننا الآن نؤمن أنه تم شرحها من خلال النظرية النسبية العامة ونظريات أخرى كانت معروفة بالفعل قبل اكتشاف أشباه النجوم. نحن نعتقد أن أشباه النجوم تتكون من مادة ساخنة (ملتهبة) فى طريقها للتحول إلى البقع السوداء (وهى نجوم انهارت على نفسها إلا أن مجال جاذبيتها مركّز لدرجة أن أى شىء لا يستطيع الإفلات منها). ولأن الوصول إلى هذه النتيجة تطلب أعوامًا من البحث سواء على أساس الملاحظة أو على أساس التنظير فإننا الآن نعتقد أننا جنينا مقياسًا لفهم أشباه النجوم ولا نظن أننا كنا نمتلك مثل هذا الفهم من قبل. وشرح أشباه النجوم، ولو من خلال النظريات القائمة، قد أعطانا فهما جديدا عبقريا. وبما أنه من الصعب تعريف ما هو الفهم فإنه من الصعب أيضًا تعريف الشروح كجزء

مساعد من عملية أن يكون الشيء مفهوما، وعندما يعتبر مصنّفا كجزء من نظرية أعمق. إنه من الصعب تعريفه ولكن ليس صعبًا تمييزه. لأنه فى الشرح بصفة عامة فإنه من الناحية العملية فإننا سنعرف ما هو جديد من الشروح حين نجدها. مرة أخرى يتعلق الفرق بالإبداعية. شرح حركة كوكب معين، حينما يكون المرء فاهمًا الشرح العام للجاذبية، يصبح مهمة ميكانيكية حتى لو كانت مهمة معقدة. ولكن استخدام نظرية قائمة لحساب أشباه النجوم يتطلب تفكيرًا إبداعيًا. وهكذا لفهم كل شيء فى الفيزياء الفلكية اليوم عليك أن تعرف نظرية أشباه النجوم بالتفصيل لكنك لن تحتاج لمعرفة المدار الخاص بأى كوكب معين.

وعليه فإن مخزوننا من النظريات المعروفة، أشبه بمكعبات الثلج المخزنة لدينا. مخزوننا من الحقائق المسجلة، كليهما لا يجعل البناء الكلى أكثر صعوبة مما كان عليه فى مجال الفهم. لأنه بينما تصبح نظرياتنا الخاصة عديدة وأكثر تفصيلية فهى تستمر فى أن تصبح أقل فى الدرجة طالما تجاوزتها بما تحويه من فهم، النظريات الأكثر عمقًا وعمومية. وهذه الأخيرة تصبح أقل من حيث العدد ولكنها أكثر عمقا وأكثر عمومية. وأقصد بـ "أكثر عمومية" أن كلا منها يقول ما هو أكثر عن مستوى أعرض للحالة أكثر مما قالته فيما مضى النظريات المتميزة. وأعنى بـ "أكثر عمقًا" أن كلا منها يشرح أكثر - بما يتيح فهما أكثر - عما احتوته أسلافها من النظريات مجتمعة.

منذ قرون مضت إذا كنت تحتاج إلى تشييد بناء كبير مثل كوبرى أو كاتدرائية لا شك كنت لتستخدم فى هذا معلِّم بناء. وكان لا بد أن يعرف مثل هذا الرجل بعض المعلومات عما يحتاجه هذا البناء ليصبح قويًا ومستقرًا بأقل ما يمكن من النفقات والجهد. ولم يكن قابلاً للتعبير عن الكثير من هذه المعلومات بلغة الرياضيات والفيزياء، كما نستطيع أن نفعل اليوم. وبدلاً من ذلك سوف يعتمد على مجموعة معقدة من الحدوسات "البديهيات"، والعادات، وقواعد البناء والتى تعلَّمها جميعًا من معلمه السابق الذى تدرب على يديه وربما يضيف إليها بعضًا من تخميناته هو والمستندة إلى خبرته

العملية. ومع هذا فإن مثل هذه الحدوسات والعادات وقواعد العمل حتى فى النظريات ذات التأثير إما واضحة جلية أو غير ذلك والتى تشمل المعلومات والمعرفة عن الموضوع الذى نطلق عليه فى أيامنا هذه "الهندسة" و"الهندسة المعمارية". لقد كانت المعرفة التى تحتويها تلك النظريات والتى من أجلها كنا سنستخدم مثل هذا الرجل فقيرة للغاية وجديرة بالشفقة إذا ما قورنت مع ما نعرفه عن ذات الموضوع اليوم، وأيضًا ذات نطاق ضيق فى مجال القابلية للتطبيق. عندما يعجب الناس بعظمة الأبنية القديمة عادةً ما ينسون أن ما يرونه هو فقط الأبنية التى لم تزل قائمة. الأغلبية العظمى الهائلة من أبنية القرون الوسطى وما سبقها من قرون انهارت جميعها منذ أزمنة طويلة بل وبعضها سقط بعد بنائها بوقت قصير. لقد كان هكذا الأمر. ابتكاريًا فى ميدان البناء. لقد كان معتقدًا أو مضمونًا أن الابتكارية تعنى المخاطرة المأساوية، ونادرًا ما كان البناءون يحيدون عما أثبتته تقاليدهم طويلة الأمد وجعلته أكثر صلاحية. وبالمقارنة بأيامنا الحالية فمن النادر أن أى بناء – حتى ذلك الذى لا يشبه أى شىء سبق بنائه من قبل – يمكنه أن ينهار بسبب أخطاء فى التصميم. أى شىء كان "المعلم" القديم قد بناه فإن زملائه المحدثين يمكنهم بناء ما هو أحسن منه بمجهود بشرى أقل بكثير. بل يمكنهم بناء ما كان هو لا يتجاسر على الحلم به، مثل ناطحات السحاب ومحطات الفضاء. يمكنهم استخدام مواد لم يكن ليسمع بها مثل الألياف الزجاجية أو الأسمنت "المقوّى" والتى كان سيستخدمها بصعوبة حتى لو أُعطيت له. ذلك أن لديه فهما ضئيلا ومغلوطًا عن كيف تعمل هذه المواد.

الوصول لما عليه معرفتنا الجارية لم يبنى فقط على تراكم نظريات أكثر حول ذات الموضوع، كما كانت معارف "العلم" القديم. إن معرفتنا الواضح منها وغير الواضح ليست فقط أكثر مما كان يعرف ولكن اختلفت من حيث بنائها أيضًا. وكما قلت فالنظريات الحديثة أقل فى العدد ولكنها أكثر عمقًا وأكثر عمومية. لأن كل حالة كان يواجهها ذاك "المعلم" أثناء قيامه بالبناء فى زمنه – قل مثلا قراره بتقدير سمك حائط

ليتحمل قدراً معيناً من الثقل عليه (قوة التحميل) وما شابه - فقد كانت لديه مجموعة حدوسات متوازنة وقواعد عمل ليسير عليها ولو استخدمت فى أبنية حديثة فربما تكون حلولها لنفس الحالات خاطئة. اليوم المرء يستنتج مثل هذه الأشياء من نظرية لها من العمومية بما يمكن تطبيقها على حائط مهما كانت المادة المستخدمة فى بنائه: فوق القمر، تحت الماء أو فى أى مكان. لماذا هى عامة إلى هذا الحد ذلك أنها تقوم على شروح عميقة عن كيف تعمل المواد وكيف يعمل البناء. لكى تعثر على سمك الحائط المصنوع من مادة غير معتادة سوف تستخدم ذات النظرية شأن أى حائط آخر فقط أبدأ حساباتك بافتراض مجموعة حقائق مختلفة مستخدما العديد من القيم لمختلف المقاييس. على المرء أن يأخذ فى الاعتبار هذه الحقائق، مثل شدة (توتر) المادة وقوتها ومرونتها، إلا أن المرء لن يحتاج إلى فهم أكثر.

بالرغم من أنه لا مقارنة بما احتاجه البناء القديم من فهم عما يحتاجه المعمارى الحديث، فذاك هو السبب فى أن الأخير يُتطلّب له تدريبا أطول وأكثر مشقة. إن نظرية تقليدية فى بحث يحرره طالب ربما تكون أصعب فى الفهم عن كل ما كان لدى البنَّاء القديم من قواعد العمل، وإن كانت النظريات الحديثة أقل عدداً إلا أن قوة شروحها تمنحهم خواصًا أخرى مثل الجمال، المنطق الداخلى، إيجاد العلاقات بين الموضوعات المختلفة مما يجعل قدرتهم على التعلّم أكثر سهولة. بعضا من قواعد العمل القديمة تُعرف الآن على أنها خاطئة، وبعضها صحيح، أو قريبة من الصحة، ونحن نعرف لماذا هى كذلك. القليل منها لا يزال يستخدم. ولكن أيا منها لم يعد بعد مصدراً لفهم أيا ما كان عن كيف يقوم البناء.

بالطبع أنا لا أنكر أن التخصص يُعد تصحيحيًا فى عديد من الموضوعات عبر تطور المعرفة والتى من بينها الهندسة المعمارية. إنها ليست عملية ذات اتجاه واحد، لأن التخصص يختفى بدوره: العجلات لم تعد تصنع أو تصمم من خلال حقوق مخترعها ولا تحرث الأرض عبر حقوق صاحب المحراث الأول أو تكتب الحروف من خلال

الخطاطين. ولو أنه مجرد دليل على أن الميل للتعميق والتوحيد اللذين وصفتهما ليس وحدهما في العمل إنما التوسع يُرجى أيضًا في نفس الوقت. أي أن أفكارًا جديدة دائمًا لا تنسخ غيرها فقط، وإنما أيضًا تبّسط وتوحد أفكارا أخرى. وتمتد بالفهم البشرى إلى مناطق لم تكن قبلا مفهومة على الإطلاق ولا كان وجودها ذاته يرد على أي فكر. هذه الأفكار تفتح فرصا جديدة، ومعضلات جديدة، وتخصصات جديدة، وحين يحدث ذلك فإنها تعطينا - ولو بشكل مؤقت - المزيد لنتعلمه كي نفهم الكل.

علم الطب ربما عادة ما يُظهر لنا حالة كثرة التخصص هذه بما تزداد فيه المعرفة التي تحتِّمها العلاجات الأحسن ومحاولات شفاء المزيد من الأمراض التي تكتشف تباعًا. ولكن حتى في مجال الطب - أي على عكس ما سبق - فإن الاتجاه للتوحيد أيضًا حاضر ويزداد قوة. أعترف أن وظائف عديدة للجسم لم يزل فهمها محدودًا، وكذا آليّة الكثير من الأمراض. وتبعًا لذلك فثمة مناطق في المعرفة الطبية لا تزال تحوى أساسًا مجموعة من الحقائق المسجلة، ونفس الأمر بالنسبة لمهارات الأطباء وحدوسهم الذين لديهم الخبرة بأمراض معينة وعلاجات معينة، وهي الخبرات والحدوس التي تنتقل من جيل إلى الذي يليه. وبكلمات أخرى فإن جزء كبير من علم الطب لا يزال في عصر "قائمة قواعد العمل"، وعندما تكتشف قواعد جديدة للعمل فهناك بالطبع باعثًا للتخصص. إلا أن البحوث الطبية وبحوث الكيمياء الحيوية تأتينا بشروح أكثر عمقًا عن "عمليات الأمراض" و"العمليات الصحيّة" في الجسد أي مزيد من الفهم. ثمة مفاهيم عامة تحل محل مفاهيم محددة في العادة، تنطوى تحت السطح الظاهر للجسد في بعض أجزائه، تصل تلك المفاهيم إلى الميكانيزم الجزيئي لأمراض غير متشابهة أو متباينة. بمجرد إمكان فهم مرض ما متموضعا في إطار عام فإن قاعدة التخصص يقل شأنها هنا. وبدلا من هذا يأتي الطبيب إلى مرض غير مألوف أو تعقيدات نادرة ليعتمد بشدة على النظريات الشارحة. إنهم يستطيعون ذلك بالأخذ في الاعتبار الحقائق

المعروفة. ولكنهم بعد ذلك يكونون قابلين لاستخدام نظرية عامة فى العلاج المطلوب ويتوقعون أن تكون فعالة حتى ولو لم يسبق استخدامها من قبل.

وعلى هذا فإن عملية فهم كل ما هو مفهوم هل تصبح أصعب أم أسهل، مسألة تعتمد على التوازن العام بين أثرين متعارضين تبرزهما عملية نمو المعرفة: التوسع الزائد فى نظرياتنا، والمزيد من التعميق لها. التوسع يجعلها أصعب بينما التعميق يجعلها أسهل. واحدة من فرضيات هذا الكتاب أن التعميق يربح الجولة بالتأكيد ولكن ببطء. وبكلمات أخرى، فإن الاقتراح الذى رفضته أثناء طفولتى هو بالتأكيد خادع وبالتحديد فإن عكسه هو الصحيح. إننا لا نطمح إلى أن شخصا واحداً يمكنه فهم كل ما هو مفهوم ولكننا نسير فى هذا الاتجاه.

ليس معنى هذا أننا فى القريب سنتمكن من معرفة كل شىء فذاك موضوع آخر مختلف كلية. أنا لا أعتقد أننا الآن ولا فى المستقبل سنكون قريبا من هذا الفهم لكل شىء قائم. أنا فقط أناقش إمكانية فهم كل شىء ممكن فهمه والذى يعتمد على بناء معرفتنا أكثر مما يعتمد على محتوى هذه المعرفة. ولكن بالطبع فإن بناء معرفتنا – حيث توجد نظريات قابلة للتعبير عنها ومتناسبة مع بعضها البعض بحيث تؤدى إلى فهم عام – يعتمد على ما هو نسيج الحقيقة، على نحو عام. فإذا ما كانت المعرفة ماضية إلى نهاياتها – المفتوحة – وأننا متجهون إلى حالة أن فرد ما يمكنه فهم ما هو مفهوم فإن على عمق نظرياتنا أن يستمر فى النماء السريع كفاية لتصبح هذه الحالة ممكنة. وهذا يحدث فقط إذا أمكن تحقيق توحيد عالى المستوى لنسيج الحقيقة حيث يصبح مفهوما أكثر وأكثر خلال نماء المعرفة. وإذا ما حدث هذا ستكون نظرياتنا عامة جداً وعميقة ومندمجة مع بعضها البعض وتصير – بشكل فعال – نظرية موحّدة لنسيج الحقيقة. هذه النظرية ستظل غير شارحة لكل مظاهر الحقيقة قاطبة فهذا مما لا يمكن إحرازه. ولكنها ستحتوى كل الشروح المعروفة ويمكن استخدامها لكل نسيج الحقيقة

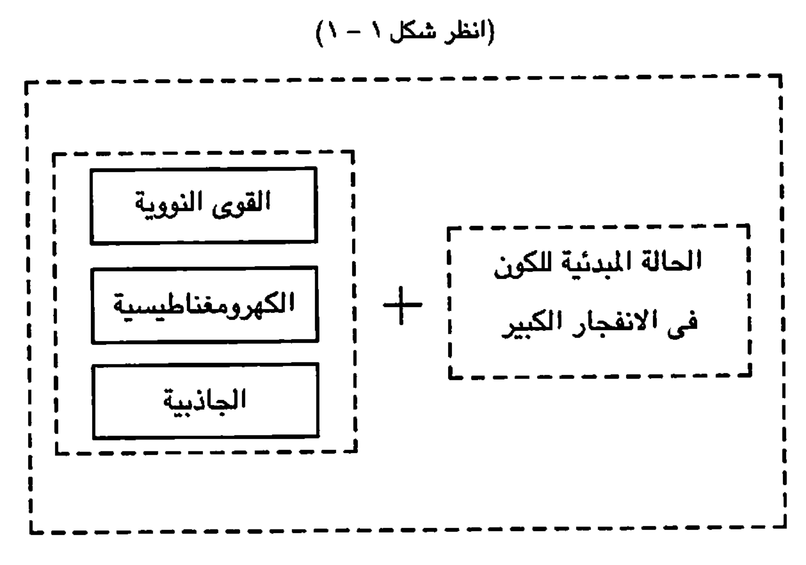
طالما أمكن فهمه. بينما كل النظريات السابقة يتعلق كل منها بموضوع معين فهذه ستكون نظرية كل الموضوعات: "نظرية كل شيء".

وبالطبع لن تكون هذه النظرية هي الأخيرة وإنما الأولى فقط. نحن في العلم نكون دائمًا متأكدين (ضامنين) أنه حتى أحسن نظرياتنا ليست تامة بالكامل وأن بها إشكاليات على نحو ما، كما نتوقع أن يتم إزاحتها من خلال نظريات أكثر صحة وأكثر عمقًا. ومثل هذا التطور لا يتوقف في حالة اكتشاف نظرية عامة. وعلى سبيل المثال فقد أعطانا نيوتن أول نظرية عامة عن الجاذبية وميكانيكا موحدة أرضية وسماوية (وذلك من بين أشياء أخرى) إلا أن نظريته تلك تم إزاحتها عن مكانتها بواسطة النظرية العامة للنسبية لأينشتاين التي أضافت رابطة بين الهندسة التي اعتبرت رسميًا من قبيل الرياضيات وبين الفيزياء وعلى هذا النحو أمدتنا بشرح أعمق وأكثر دقة. أول نظرية عامة بالكامل والتي سأسميها "نظرية كل شيء" مثلها مثل كل نظرياتنا قبلها وبعضها لن تكون صادقة بالكامل ولا غير متناهية العمق أي هي الأخرى سيتم إزاحتها، ولكن هذه الإزاحة لن تتم بتوحيدها مع نظريات عن موضوعات أخرى لأنها بالفعل ستكون نظرية كل الموضوعات. في الماضي كانت بعض النقلات الكبيرة في الفهم تأتي عبر توصيات كبرى أو عبر تغييرات بنائية في الطريقة التي نفهم بها موضوع معين – مثلما كنا معتقدين بفكرة أن الأرض هي مركز الكون. بعد أول نظرية لكل شيء فلن تكون هناك توحيدات كبرى، كل المكتشفات الكبرى التالية لها ستأخذ شكل التغيّرات في الطريقة التي نفهم فيها العالم ككل، مجرد دورات في وجهة نظرنا عن العالم. إحراز نظرية لكل شيء سوف يكون آخر توحيد كبير وفي نفس الوقت النقطة المفصلية نحو نظرة جديدة للعالم. وأنا أعتقد أننا الآن في الطريق إلى ذلك. إن النظرة المشتركة للعالم هي الهدف الأساسي لهذا الكتاب.

لا بد أن أؤكد هنا وتوًا أنني لست أشير إلى مجرد "نظرية كل شيء" التي يأمل بعض فيزيائيو الجزئيات الأولية في الوصول إليها قريبا. نظريتهم المأمولة تلك ستكون

لتوحيد القوى الأساسية المعروفة فى الفيزياء وهى بالتحديد: الجاذبية والكهرومغنطيسية والقوتين النوويتين القوية والضعيفة. والتى أيضًا ستصف كل جسيم دون ذرى موجود مثل الإلكترون والبروتون والنيترون: حجومه ودوراته المغزلية وشحنته الكهربية وخواص أخرى كما تصف كيفية تفاعل هذه الجسيمات. إن إعطاء وصف محدد لكل نظام فيزيائى مغزلى سوف يعطينا - من حيث المبدأ - تنبؤا عن سلوكه فى المستقبل. حيث إن السلوك الفعلى لأى نظام لا يمكن التنبؤ به جوهريا، فإن التنبؤ سيصف لنا كل السلوكيات الممكنة واحتمالاتها. التجربة العملية تقول لنا إن الحالة المبدئية لأى نظام يجذب انتباهنا عادة إلى ما لا نستطيع تأكيده على نحو دقيق جداً، وعلى أية حال فإن حسابات التنبؤ ستكون معقدة إلا فى الحالات البسيطة. ومع ذلك فإن مثل هذه النظرية الموحدة للجزئيات أو القوى المجتمعة بالإضافة إلى تحديد الحالة الابتدائية للكون "الانفجار العظيم". سوف تشمل بالضرورة - من حيث المبدأ - كل المعلومات الضرورية للتنبؤ بكل شىء يمكن التنبؤ به.

(انظر شكل ١ - ١)



(شكل ١ - ١) تصور "غير واف" لـ"نظرية كل شىء"

ولكن التنبؤ ليس هو الشرح. النظرية المأمولة عن كل شيء حتى لو تم ضمها إلى الحالة المبدئية للكون سوف تعطينا – في أحسن الأحوال – مجرد شريحة رقيقة من سطح نظرية حقيقية عن كل شيء. ربما نستطيع – من حيث المبدأ – التنبؤ بكل شيء، ولكن لا يمكن التوقع بأنها ستشرح لنا أكثر مما تفعله النظريات القائمة، فيما عدا قليل من الظواهر الدقيقة التي لا تكاد ترى بالعين المجردة للجزئيات دون الذرية وتفاعلاتها مثل التصادمات التي تحدث لها داخل المعجلات والتحولات التي دخلت على هذه الأجسام الأولية خلال الانفجار الكبير. ما الذي يغرينا لاستخدام مصطلح "نظرية لكل شيء" لمثل هذا المجال الضيق من المعرفة، وإن كان مذهلا؟ أعتقد أنه خطأ في النظر لطبيعة العلم يستهجنها كثير من نقاد العلم بينما (للآسف) يوافق عليها عديد من العلماء تلك النظرة التي تصف العلم بأنه يتعلق بـ "التصغير". أي التذرع لشرح الأشياء بتصغيرها عبر تحليلها إلى محتوياتها الأصغر على سبيل المثال: مقاومة حائط ما للاحتراق أو الهدم يتم شرحها بالنظر إلى الحائط كتجمع كبير للتفاعلات بين جزئياته. خواص هذه الجزئيات يتم شرحها هي ذاتها عبر ذراتها الأساسية والتفاعلات التي تتم بينها، وهكذا نزولا إلى أصغر جزئ أو قوة أساسية. "التصغيريون" يعتقدون أن كل شرح علمي (وربما كل شرح عميق إلى درجة كافية) يجب أن ينحو هذا المنحى.

مفهوم التصغير يقودنا طبيعيًا إلى تصعيدات طبقية (هرمية أو تراتبية) في النظريات باعتبار مدى قربها من أدنى مستوى من النظريات التنبؤية المعروفة. في هذه الطبقية يكون المنطق والرياضيات هما المحرك الأساسي الذي ينبني عليه صرح العلم أي أن الأحجار الأساسية (التأسيسية) لهذا الصرح سوف تكون نظرية تصغيرية(*):

(*) الإنقاص أو التصغير Reductionism وجهة نظر فلسفية تعني أن وجود أي نوع هو تجمع من أشياء أصغر منه، وتجمعه في الوجود على نحو بسيط أو كثير تبنى على أساس النوع أو التعبير الذي يدل =

نظرية كل شيء، نظرية كونية لما دون الذرات والقوى والزمان والمكان جميعًا مع نظرية عن الحالة الابتدائية للكون وكيف كانت. أما باقى الفيزياء فيشكل الطوابق الأولى. الفلك والكيمياء يكونان فى مستوى أعلى والجيولوجيا ربما أكثر علوا وهكذا. والصروح الأخرى الفرعية فى كثير من القمم ذات المستوى الأعلى والنامية بشدة هى مثل موضوعات الكيمياء العضوية والبيولوجيا ذاتها وعلم الجينات. بينما تتعثر فى اللحاق بالقمة أو ما يشبه السفر إلى الطبقة العليا من الغلاف الجوى موضوعات مثل: نظرية التطور، الاقتصاد، علم النفس وعلوم الحاسب والتى ستكون فى مثل هذه الصورة من غير المتخيل أنها مشتقة من غيرها.

فى الوقت الحالى لدينا تقدير تقريبى لنظرية كل شيء التصغيرية والتى فى مقدورها أن تتنبأ بدقة بقوانين حركة الجزئيات دون الذرية وهى منفردة.وتستطيع كمبيوترات هذه الأيام من خلال هذه القوانين حساب حركة أى مجموعة منعزلة للجزئيات المتفاعلة بقدر من التفاصيل إذا علمنا ما كانت عليه حالتها الابتدائية. ولكن حتى قطعة صغيرة من أى مادة مرئية للعين المجردة تحتوى على تريليونات الذرات كل منها يتكون من مجموعة جزئيات تتفاعل باستمرار مع العالم الخارجى لها. وعليه فإنه من المتعذر التنبؤ بسلوكها جزيئًا بعد جزئى (أعنى منفردا عن الآخر) ولكن بإضافة القوانين المحددة للحركة مع برامج مختلفة متعددة يمكننا التنبؤ ببعض سمات سلوك أكبر لبعض الموضوعات الكبيرة فعلاً. مثلا عند أى درجة حرارة ستذوب أو تغلى تركيبة كيميائية معينة. كثير من الكيميائيات "صُغِّرت" إلى الفيزياء على هذا النحو. ولكن فى

= على هذه الوجودات الأساسية، والفكرة وراء هذا أن الأجسام الفيزيائية عبارة عن تجمعات من الذرات، كما أن الأفكار هى تجميعات لتأثيرات الحس، وكليهما تشكلات للتصغير، وثمة مثلين على التصغير جاء به فلاسفة القرن الـ٢٠: ١- الوضعية المنطقية والتى تقول بأن كل شيء يعبر عنه بعبارة تتضمن فى طياتها وسيلة التحقق منها "مبدأ التحقق". ٢- مناصرو وحدة العلم ذهبوا إلى أن الوجود النظرى لبعض العلوم كالبيولوجى وعلوم النفس يتم تعريفها فيه بمصطلحات العلوم الأساسية مثل الفيزياء وعبر قوانين هذه العلوم. (المترجم)

العلوم ذات المستوى الأعلى فإن برنامج التصغير هذا هو مسألة مبدأ فقط. لا أحد يتوقع بالفعل استنتاج مبادئ علم الإحياء أو علم النفس أو السياسة على نحو ما يتم فى الفيزياء. والسبب أنه لا يمكن دراسة هذا المستوى من العلوم على هذا النحو لأنه فى ظروف معينة نجد أن هناك سلوكيات مذهلة ومعقدة لعدد واسع من الجزئيات تسمح (تنحل إلى) بمعيار من التبسيط والقابلية للفهم. وهذا ما يسمى الانبثاق emergence: مستوى عال من الانبثاقات التى تند عن مستوى متضائل من التعقيد. الظواهر ذات المستوى العالى التى تحوز حقائق مفهومة وليست مستنتجة من نظريات ذات مستوى ضعيف تسمى "ظواهر انبثاقية" emergent phenomena. على سبيل المثال: ربما يكون الحائط قويًا لأن بناته خشوا أن أعدائهم قد يحاولون إسقاطه فى طريقهم إليهم. هذا شرح من المستوى العالى لقوة الحائط، ليس مستنبطًا من شرح آخر من النوع الضعيف حتى لو كان السبب المطروح حتمى الطابع. استخدمت هنا "بناة" و"أعداء" و"خشية" و"محاولة" وهى جميعًا من قبيل "الظواهر الانبثاقيه". الغرض من العلوم ذات المستوى العالى هو جعلنا قابلين لفهم هذه الظواهر والتى من بين أكثرها أهمية، كما سنرى، الحياة، التفكير، والحوسبة.

وبالمناسبة فإن على العكس من "التصغير" هناك "القدسية" وهى الفكرة القائلة بأن أى تفكير صحيح وشرعى هو ذلك الشرح الذى يرجع بالأشياء إلى نظم متعالية وهو نوع آخر أشد خطأ من "التصغير" والذى يتوقعه منا هؤلاء القدسيون أن نفعله؟ انظر إلى بحوثنا عن الأصل الجزيئى للأمراض؟ ماذا إذا رفضت أن البشر مصنوعون من جزئيات دون ذرية؟ أين تقع الشروح التصغيرية؟ أنها تأمل وتتفاعل شأنها شأن كل الشروح الأخرى، إذ العلم كله قابل للتصغير إلى علوم أقل فى المستوى، وعليه فإن المسيطر علينا نحن العلماء أن نعثر على هذه "التصغيرات" وذلك مثل أى اكتشاف لأية معارف أخرى.

"التصغيري" يرى أن العلم ما هو إلا تحليل الأشياء إلى مكوناتها الأصغر. "الذرائعي" يرى أنه "التنبؤ" بالأشياء. وبالنسبة لكليهما فإن مسألة وجود علوم ذات مستوى عالي هي مسألة ملائمة. التعقيد يحول دون استخدام الفيزياء الأساسية لإجراء التنبؤات العالية المستوى، ولذلك فعوضاً عن ذلك فإننا نخمّن ما ستكون عليه هذه التنبؤات إذا كنا قادرين على عملها – الانبثاقيات (التي أشرت إليها) تساعدنا في إجراء ذلك بنجاح – ونفترض من ثم أنها ستكون موضوعاً للعلوم ذات المستوى العالي. هكذا الأمر بالنسبة "للتصغيرية" و"الذرائعية" الذين على السواء يرفضون البناء الحقيقي والغرض الفعلي للمعرفة العلمية، قاعدة الطبقية التنبؤية تقوم بتعريف "نظرية كل شيء". وبالنسبة لأى امرئ آخر فإن المعرفة العلمية تحتوى على الشروح، وبناء أو تشكل الشروح لا يعكس الطبقية التصغيرية. هناك شروح في كل مستوى من الطبقية. كثير منها استقلالي أي منفرد بنفسه ويشير فقط إلى مفاهيم هذا المستوى بعينه (مثال: الدب أكل العسل لأنه جوعان) الكثير من الاستنتاجات تذهب إلى عكس اتجاه الشرح التصغيري. لأنهم لا يشرحون الأشياء على أنها مشتملة على ما هو أصغر وأبسط منها ولكن على أنها هي نفسها جزء مما هو أكبر منها وأكثر تعقيداً والتي رغم ذلك لدينا نظريات شارحة لها. على سبيل المثال: فلننظر إلى إحدى ذرات النحاس الواقعة على أرنبة أنف تمثال ونستون تشرشل **Winston Churchil** الموجود بميدان البرلمان. ودعني أحاول أن أشرح لماذا أصبحت هذه الذرة موجودة في هذا الموقع: السبب أن تشرشل خدم كرئيس للوزراء في مجلس العموم بالقرب من المكان، ولأن أفكاره وزعامته ساهمت في نصر الحلفاء في الحرب العالمية الثانية، وأنه من التقاليد تكريم مثل هؤلاء الأشخاص بإقامة تماثيل لهم، ولأن البرونز هو معدن مألوف استخدامه في ذلك والبرونز يدخل النحاس في تركيبه.. الخ ... الخ .. هكذا نشرح ملاحظة فيزيائية في مستوى منخفض (وجود ذرة نحاس في موقع محدد) عبر نظريات عالية المستوى جداً عن الظواهر الانبثاقية مثل: "الأفكار" و"الزعامة" و"الحرب" و"التقاليد" وهي جميعاً من قبيل الظواهر الانبثاقية.

ليس هناك سبب - حتى من حيث المبدأ - لوجود أى شرح منخفض المستوى لوجود ذرة النحاس أكثر من السبب الذى أشرت إليه. افترض أن نظرية تصغيرية لكل شىء سوف تصنع لنا - من حيث المبدأ - تنبؤًا من مستوى منخفض عن احتمالية وجود هذا التمثال، بدلالة حالة النظام الشمسى (مثلا) فى وقت قريب وأنها ستصف أيضًا - من حيث المبدأ - كيف من المحتمل أن التمثال أصبح هناك. ولكن هذا الوصف وهذا التنبؤ لن يشرح لنا شيئًا (فضلا عن خشونة وصعوبة تطبيقه).ربما سيصفون المنحنى الذى تأخذه أى ذرة نحاس صادرة من المنجم فى طريقها إلى "المصهر" بأتيلية النحات وهكذا ... ويمكنهم أيضًا أن يقروا كيف أن هذا المنحنى قد تأثر بنضال هذه الذرة مع مثيلاتها المحيطات بها بما فيها أجساد رجال المناجم والنحاتين، وهكذا يتنبأون بوجود وشكل التمثال. فى الواقع فإن مثل هذا التنبؤ لا بد أن يشير إلى كل الذرات فى كل الكواكب، فضلا عن التحركات المعقدة والصعبة التى نطلق عليها "الحرب العالمية الثانية" من بين أشياء أخرى. وحتى لو كانت لديك قدرة بشرية فائقة على تتبع هذا التنبؤ الطويل المدى الخاص بوجود ذرة النحاس هناك فلن تكون قادرًا على أن تقول: "نعم. لقد فهمت الآن لماذا هى هناك " كل ما هناك هو مجرد معرفة أن وصولها إلى هناك بهذه الطريقة هو مما لا يمكن تجنبه (أو ما يشبه ذلك أو أيا ما يكون) عبر ما أعطيته من شكل مبدئى للذرات فضلا عن قوانين الفيزياء. فإذا ما كنت ما زلت راغبًا فى معرفة السبب فلم يزل عليك (دون خيارات) أن تخطو خطوة أخرى.

لا بد أن تبحث فى المظهر أو الشكل الذى تأخذه الذرات، وتلك المنحنيات التى يعطيها النزوع لتتموضع فى هذا الموقع. حتى هذا البحث سيكون من قبيل المهام الإبداعية شأنه شأن المكتشفات الأخرى دومًا. كأن تكتشف بأن مظهرًا معينًا لبعض الذرات يدعم ويساند الظواهر الانبثاقية مثل "الزعامة" و"الحرب"، التى ترتبطان مع بعضهما عبر نظريات شارحة من المستوى الأعلى. وعندها فقط أى عندما تعرف تلك النظريات سوف تعرف لماذا أصبحت ذرة النحاس تلك فى موقعها ذاك.

بالنسبة لوجهة النظر "التصغيرية" للعالم فإن القوانين التى تحكم تفاعلات الجزئيات تحت الذرية تكون لها الأهمية العليا لأنها أساس للطبقية القائمة فى جميع المعارف. ولكن فى البناء الحقيقى للمعرفة العلمية، ولكل معارفنا بصفة عامة، فإن لهذه القوانين دور أكثر تواضعًا.

ما هو هذا الدور؟ يبدو لى أن أيًا من النظريات المرشحة كى تكون "نظرية لكل شىء" هى التى لا تزال فى مرحلة تأمل المحتوى أكثر من أن تكون نظرية شارحة جديدة. ربما أكثر وأحدث مجالات الاقتراب لذلك هى نظرية "الأوتار الفائقة" التى تحتوى على أجسام ممتدة "الأوتار"، بدلا من الجسيمات الشبيهة بالنقط كلبنات لبناء المادة. ولكن أى اقتراب قائم حتى الآن لم يعطنا أى نوع جديد من الشروح أو التفسيرات. أعنى بالتوازى مع تفسيرات أينشتاين لقوى الجاذبية وانحناء الزمان والمكان. "نظرية كل شىء" تتوقع أن ترث فعليا بناء شروحاتها، ومفاهيمها الفيزيائية، ولغتها، وتشكلاتها الرياضية، وشكل شروحاتها من النظريات القائمة فعلا عن "المغناطيسية الكهربية" و"القوى الذرية" و"الجاذبية". وعلى ذلك فعلينا أن ننظر لتلك المعارف وراء النظرية المستجدة والتى نعرفها بالفعل من النظريات القائمة وذلك من أجل مساهمة الفيزياء التأسيسية فى مجال فهمنا الشامل والكلى.

ثمة نظريتان فى الفيزياء تعتبران أعمق من غيرهما. الأولى هى النظرية العامة للنسبية، التى كما قلت قبلا من أحسن ما لدينا عن الفضاء والمكان والزمان والجاذبية. والثانية هى نظرية الكم، وهى الأكثر عمقًا. وبين هاتين النظريتين (وليس هناك ما هو قائم فعلا أو يجرى العمل به أو مما يتصور فيما يتعلق بالجزيئات دون الذرية). يمكن أن يمدنا بشرح تفصيلى وإطار عام معتبر عما عبرَت عنه نظريات الفيزياء الحديثة قاطبة، وما يمكن أن يشكل ما يشبه قوس السماء (يقصد سقفًا) للعمل المعنى لدرجة أن أى نظريات أخرى تكاد تتطابق معها وتطيع مبادئهما وافتراضاتهما. توحيد النظرية العامة للنسبية ونظرية الكم معا - ليعطيانا نظرية جاذبية كمية - كان البحث

الأهم للفيزيائيين النظريين على مدى عقود زمنية مضت، كما كان ليشكل جزءًا من أى نظرية لكل شىء سواء بالمعنى الضيق للمصطلح أو المعنى الواسع له، وكما سنرى فى الفصل التالى فإن النظرية الكمية، مثلها مثل النسبية، قد أحدثا مزاجًا ثوريًا فى مجال شرح الحقيقة الفيزيائية. والسبب فى أن النظرية الكمية أعمق من الأخرى يكمن خارج الفيزياء أكثر مما هو بداخلها. لأن فروعها وتشعباتها عريضة للغاية وتمتد إلى ما بعد الفيزياء وإلى ما هو أبعد من العلم نفسه كما هو مفهوم عنه عادة. النظرية الكمية هى واحدة مما سأسميه "الأربعة خيوط الرئيسية" التى تشكل فهمنا السائد لنسيج الحقيقة ومما يتكون.

وقبل أن أذكر الخيوط الثلاثة الأخرى، فإنه يجدر أن أشير إلى إحدى الطرق التى تفشل "التصغيرية" فى تقديم بناء المعرفة العلمية بها. ليس فقط فى افتراضها أن أى شرح لا بد أن يحتوى على تحليل أى نظام إلى نظم أصغر وأبسط منه، وإنما أيضًا لافتراضها أن أى شروح هى وقائع متأخرة بالمقارنة مع ما يمكن وصفه بوقائع مبكرة، وبمعنى آخر، أن الطريقة الوحيدة لشرح أى شىء هى الإقرار بأسبابه. وهذا يعنى أنه كلما شرحنا شيئًا على أساس حالته الابتدائية أى حالته الباكرة، كلما كان شرحًا أفضل، حتى أن أحسن شرح نهائى لكل شىء يجب أن يكمن فى عبارات وصف الحالة الابتدائية للكون.

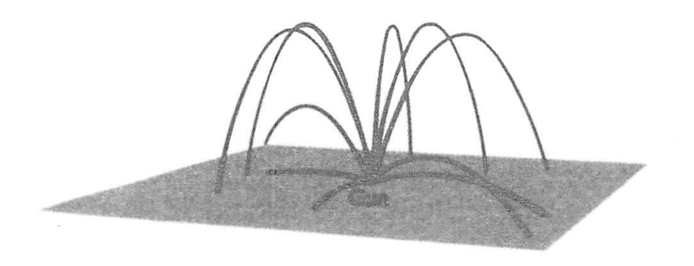
إن "نظرية كل شىء"، التى تستبعد أو تقصى أى تخصيص للحالة الابتدائية للكون، لا تمثل وصفا كاملا للحقيقة الفيزيائية لأنها لا تمدنا إلا بقوانين الحركة، وهذه القوانين بذاتها لا تصنع سوى تنبؤات مشروطة. أى أنها لا تقرر لنا مستويات ما يحدث، وإنما ما الذى سيحدث فى وقت معين دون ما سيحدث فى وقت آخر. فقط إذا كان هناك وصفا كاملاً للحالة الابتدائية فإنه يمكن من حيث المبدأ استنتاج وصف كامل للحقيقة الفيزيائية. النظريات الكوزمولوجية (نظريات نشأة الكون) السائدة لا تمدنا بتصنيف كامل للحالة الابتدائية، حتى من حيث المبدأ ولكنها تقول أن الكون كان فى

البداية صغيراً جداً وحاراً جداً ومتجانساً جداً من حيث البناء. ونحن نعرف أيضاً أنه لا يمكن أنه كان متجانساً بدرجة من التمام لأنه طبقًا للنظرية ذاتها سيكون متعذراً تفسير هذا التوزيع للمَجرات الذى نلاحظه الآن فى السماء، التنوع(*) المبدئى للكثافة والكتل النائية لا بد أنها توزعت بهذا الجمال بفعل تجمعات الجاذبية (ذلك أن المناطق النسبية للجاذبية أغْوَت المزيد من المادة لتصبح أكثر كثافة) التى لا بد أنها كانت ضئيلة جداً فى البداية. ولكن ولو أنها كانت هكذا فهى ذات معنى عظيم فى أى وصف تصغيرى للحقيقة، لأن كل ما نراه حادثًا حولنا بدءًا من توزيع النجوم والمجرات حتى وجود تمثال من البرونز على كوكب الأرض - من وجهة نظر الفيزياء الأساسية. هو نتيجة لهذا التنوع (التغاير). إذا كان الوصف التصغيرى لا يغطى إلا الملامح الكبرى لكوننا الملحوظ، فنحن إذن بحاجة لنظرية تحدد لنا كل التحولات الهامة المبدئية لعدم التجانس هذا.

دعنى أحاول معاودة التساؤل بدون هذا الخط الانحرافى للتصغيرية. بالنسبة لأى نظام فيزيائى فإن قوانين الحركة تعطينا تنبؤات مشروطة وهى التى لا يمكن تجنبها فيما يتعلق بتاريخيه هذا النظام (هذه المسألة مستقلة عن حدود التنبؤ التى وصفتها نظرية الكم التى سأشرحها فى الفصل التالى). على سبيل المثال فإن قوانين الحركة هى التى تحكم مسار قذيفة منطلقة من مدفع ينتج عنها العديد من المنحنيات التى تصف هذا المسار، أو ارتفاع فوهة المدفع عندما وُجِّه إلى الهدف وأطلقت منه القذيفة (شكل ١- ٢) من الناحية الرياضية فإنه يمكن التعبير عن قوانين الحركة من خلال معادلات تسمى "معادلات الحركة". وهذه المعادلات تتضمن حلولا مختلفة أى منها يصف كل منحنى ممكن. ولتحديد أى من تلك الحلول هو الذى يصف المنحنى الفعلى،

(*) الاصطلاح العلمى لكلمة Variation هو "التغاير" ولكن ربما تكون هذه الكلمة الأخيرة ثقيلة الوقع (المراجع).

لا بد من أن نضيف بيانات أخرى بعضها عن الذى وقع فعلا. واحدة من الطرق للوصول إلى هذا هو أن تحدد الحالة الابتدائية، وفى هذا المثال نعنى إلى أى اتجاه كانت تشير إليه. ولكن هناك طرقًا أخرى على سبيل المثال فإنه يمكننا بالمثل تحديد الحالة النهائية أى الموضع والاتجاه الخاص بالطلقة وقت وصولها للأرض. أو أن نحدد أقصى نقطة وصل إليها المنحنى. لا يهم أى نوع أضفناه من المعلومات المساعدة طالما أنها تلتقط (أو تتجاوب) حلا مناسبا من قوانين الحركة. التركيب بين أى معلومات ثانوية مع قوانين الحركة تكون مهمة لأى نظرية تصف كل ما حدث للقذيفة منذ إطلاقها وحتى اصطدامها بالأرض.



(شكل ١– ٢)

بعض المنحنيات الممكنة لقذيفة أطلقتها بندقية. كل منها محكوم بقوانين الحركة. ولكن واحداً منها هو المنحنى الذى اتخذته القذيفة فعلاً.

وبالمثل فإن قوانين الحركة بالنسبة للفيزياء بصفة عامة يمكن أن تحوى عديداً من الحلول، كل منها يتواءم مع لحظة تاريخية مميزة. ولكى نستكمل الوصف يلزم أن نحدد اللحظة التاريخية التى وقع خلالها الأمر بالفعل، عن طريق إضافة مزيد من المعلومات

الإضـافية الكافية لتسمح باسـتـخدام واحد من الحلول التى تطرحـها قوانين الحـركة. وعلى الأقل ففى واحد من النماذج الكوزمولوجية فإن واحداً من وسائل إضافة مثل هذه المعلومـات هو تـحـديد الحـالة الابـتـدائيـة التى كـان عليـهـا الكون. أو بدلا عن ذلك يـمكن تـحـديد الحـالة النـهـائيـة للكون، أو أى حـالة له فى أى وقت آخـر، أو ربما تعطى بعض المعلومات عن الحالة الابتدائية وبعضـها عن الحالة النهائية ومعلومات عن بعض الحالات بين الحـالتين، أى تجميع لمعلومـات كافية بهذا الشكل مع قوانين الحـركة سوف تعطينا وصـفا متكاملاً، كمبدأ، للحقيقة الفيزيائية.

بالنسبـة لحالة الطلقة (القذيفة) التى سبق تـحديدها فلنقل إن الحالة النـهائية تؤدى بنا مباشـرة إلى حسـاب الحـالة الابتدائية والعكس بالعكس، حتى أنه لا فرق معين بين مـختلف المناهج لتـحديد المعلومات الثـانوية. ولكن بالنسبة للكـون فإن هـذه الحسـابـات لا يمكن تعقبها. لقد قلت إننا خمَّنا وجود التنبؤات البارزة فى الشروط المبدئية للكون من خلال مـلاحظة التنبؤات فى يومنا هذا. إلا أن هذا يعد استثنـاء: لأن معظم معرفتنا عن المعلومـات الثانوية الممكن إضـافـتـهـا – من بين مـا تـحدد أنه وقع بالفعل – هـى فى شكل نظريات ذات مستوى عال عن الظواهر "الابنثاقية" وبالتالى – وطبقًا لتعريفها – ليست قابلة عمليًا لشرحـها بـعبـارات تستـخدم فـى وصـف الحـالة المبدئيـة. على سبيل المثال ففى معظم الحلول المتاحة فى معادلات الحركة لا توجد لدينا الحالة الابتدائية عن الخواص، ليسمح للحياة أن تظهر فيها أو أن تنشـأ عنها. ولذلك فإن معرفتنا أن الحياة قد نشأت هـو من قبيل المعلومـات ذات المعنى المهم فى قائمـة المعلومـات الثانوية. ربمـا لا نعرف بالضبط ما هـى الشروط المعينة والتفصيلية حول بناء أو نسيج الانفجار الكبير ولكن يمكننا أن نستـخرج منه نتيجـة مباشرة. على سـبيل المثال فإن أقرب مقياس لعمر الأرض قد بُنى على أسـاس نظرية بيـولوجيـة للتطور بالتناقض مع أكـثـر التـفـسـيرات الفيزيائية لليوم. فقط "الإجحاف" التصغيرى هو الذى يشعرنا أن هذا هو – إلى حد ما –

شكل أقل مصداقية للتسبيب، أو أنه فى عمومه ليس إلا نوعًا من التنظير التأسيسى عن الحالة الابتدائية أكثر منه ظهور لملامح الحقيقة.

وحتى فى مجال الفيزياء الأساسية فإن فكرة أن النظريات عن الحالة الابتدائية تشتمل على أعمق معلوماتنا هو تصور خاطئ. وأحد أسباب ذلك أن المنطق يستبعد إمكانية شرح أو تفسير الحالة الابتدائية نفسها - كيف كانت الحالة الابتدائية على ما كانت عليه - ولكننا نملك فى الواقع تفسيرات لأوجه عديدة للحالة الابتدائية. وعلى شكل أكثر عمومية فليست هناك نظرية للزمن يمكنها أن تشرح هذه الحالة بدلاً من أى شىء سابق لها؛ ونحن على الرغم من ذلك عندنا شرح عميق لطبيعة الزمن عبر النظرية العامة للنسبية، بل وأكثر منها من خلال النظرية الكمية، (انظر الفصل ١١).

ومن ثم فإن كثيراً من سمات أوصافنا وتنبؤاتنا وتفسيرات الحقيقة لا تحتمل إضافة صورة أو شبه صورة عن الحالة الابتدائية فضلاً عن قوانين الحركة التى تقودنا إليها "التصغيرية". ليس هناك سبب للنظر إلى نظريات المستوى العالى على أنها من مواطنى الدرجة الثانية بأى حال. نظرياتنا عن الجزيئات دون الذرية وحتى النظرية الكمية والنسبية، وبشكل لا محيص عنه لها ميزة الاتصال بالنظريات المتعلقة بالخواص المثبتة. ليس من بين هذه المناطق للمعرفة ما يمكن أن يُصنَّف وحده ضمن نظرية منها. كل منها له توظيف منطقى للأخرى، لأنها خواص منبثقة من مجالات أو ميادين النظريات الأخرى. وفى الواقع فإن استخدام مصطلحات "المستوى العالى" و"المستوى الهابط" هو نوع من الاستخدام المغلوط. فلنقل مثلا: علم البيولوجى (علم الحياة) وهو ذو مستوى عالٍ، قد انبثق كنتيجة لقوانين الفيزياء. ولكن منطقياً بعض قوانين الفيزياء هى إذن نتائج منبثقة عن البيولوجى. ويمكنها أيضًا أن تكون كحالة بين هذا وذاك القوانين التى تحكم الظواهر البيولوجية وتلك المنبثقة والتى من شأنها أن تحدد قوانين

الفيزياء الأساسية. وعلى أية حال فعندما يكون هناك اتصال بين نظريتين فإن المنطق لا يقرر لنا أى منهما التى نعتبرها محددة للأخرى سواء بصفة عامة أو جزئية. هذا يعتمد على العلاقات الشارحة بين النظريات. النظريات المفضلة فعلا ليست تلك التى تشير إلى أى مقياس مدرج عن الحجم أو التعقيد، أو تلك التى تصنف أو توضع عند أى مستوى معين فى الطبقية (التراتبية) التنبؤية - وإنما هى تلك التى تحوى التفسيرات الأعمق. نسيج الحقيقة لا يتضمن فقط الاستنتاجات التصغيرية مثل الفضاء والزمن والجسيمات تحت الذرية ولكن أيضًا الحياة والتفكير والحوسبة والأشياء الأخرى التى تشير إليها هذه التفسيرات والشروحات. والذى يجعل من أى نظرية أميل للتأسيسية عن أن تكون اشتقاقية ليس هو قربها من مستوى التنبؤ المفترض فى الفيزياء ولكن قربها من أعمق نظرياتنا التفسيرية.

ونظرية الكم واحدة من هؤلاء كما سبق أن قلت.ولكن الثلاثة الرئيسية الأخرى التى من خلالها نسعى لفهم نسيج الحقيقة جميعها من ذوات المستوى العالى من وجهة نظر الفيزياء الكمية. وهى نظرية التطور (بصفة أساسية تطور الأعضاء الحية)، ونظرية المعرفة، ونظرية الحوسبة (بشأن الكمبيوترات وما الذى تستطيع أن تفعله أو لا تفعله، من حيث المبدأ: الحساب). وكما سأوضح فإن مثل هذه العلاقات العميقة، والمتنوعة التى تم اكتشافها بين المبادئ الأساسية لهذه الموضوعات الأربعة المستقلة بوضوح والتى من الصعب بدونها الوصول لأحسن فهم لأى منها بلا فهم للثلاثة الأخرى. هذه الأربعة معًا. إذا أُخذوا بشكل شرح محكم ومتسق - بما توصلنا إليه حتى الآن - فإنهم يوفرون فهمًا أكثر للعالم حولنا بما يتضمنونه من حقائق ومعارف، أى أنهم من وجهة نظريّة يصلح أن نسميهم أول نظرية لكل شيء. وبهذه الطريقة نكون قد وصلنا إلى لحظة مميزة فى تاريخ الأفكار - اللحظة التى بدأ فيها مدى فهمنا يصبح كونيًا بالكامل. لقد كان الأمر حتى الآن أننا نفهم بعض عناصر الحقيقة والتى ليست هى

الكل. فى المستقبل سوف يتعلق الأمر بفهم موحد للحقيقة: كل الشروح ستكون مفهومة فى مواجهة الستارة الخلفية للكونية، وكل فكرة جديدة سوف تتجه بطريقة تلقائية لإضاءة ليس فقط موضوعًا بعينه ولكن كل الموضوعات بشكل أكثر اتساعًا. القدر من الفهم الذى سنجنيه من هذا التوحيد الأخير سوف يضم ما هو أبعد كثيرًا مما جنيناه مسبقا.

لأننا سنرى أن الفيزياء وحدها هى التى وَحَّدت وفسرت هنا، وليس فقط العلم ولكن أيضًا سيتضمن الأمر الفلسفة والمنطق والرياضيات وعلم الأخلاق، والسياسة، وعلم الجمال، وربما كل ما نفهمه عادة ويحتمل أيضًا أن نفهم ما لم نفهمه بعد.

ما هى النتيجة إذن التى يمكن أن أقررها لشخصى منذ كنت صغيرا، رفض أن نمو المعرفة جعل العالم أقل فهمًا. كنت لأوافق على ذلك، إلا أن تفكيرى الحالى أن هذا ليس هو الموضوع الأهم (إن واحد من نوعنا البشرى وما يفهمه يمكن فهمه أيضًا بمعرفة آخر من نفس النوع البشرى).

ولكن الأكثر أهمية هو هل نسيج الحقيقة موحد بالفعل ومفهوم. هناك سبب قوى لكونه كذلك. عندما كنت طفلا كنت مجرد أعرف ذلك، أما الآن فأستطيع أن أفسر ذلك وأشرحه.

اصطلاحات :

نظرية المعرفة : Epistemology	دراسة لطبيعة المعرفة والعمليات التى تنشئها.
التفسير : Explanation	(بصفة عامة) هى تقرير عن طبيعة الأشياء وأسبابها.
الوضعية : Positivism	شكل متشدد من الذرائعية التى ترى أن كل العبارات غير التى تتصل بالوصف أو التنبؤ بالملاحظات ليست ذات معنى (هذه العبارة نفسها بغير معنى وفقًا لمعيارها ذاته).
التصغير : Reductive	الشروح التى تعنى بالتصغير هى تلك التى تعمل من خلال تحليل الأشياء إلى محتوياتها الأصغر منها.
التصغيرية : Reductionism	وجهة النظر التى تقرر أن الشروح العملية هى بطبيعتها (فطريا) عبارة عن تصغير بالمعنى السابق.
القدسية : Holism	الفكرة التى تقول إن التفسير الشرعى أو الصحيح هو الذى يعود بالأشياء إلى نظم متعالية، وهى ضد التصغيرية.
الانبثاق : Emergence	ظاهرة الانبثاق (كالحياة والتفكير، والحوسبة) هى التى تدور حول حقائق يمكن فهمها وتفسيرها دون الرجوع إلى نظريات من مستوى أدنى ولكن يمكن إدراكها أو التنبؤ بها عبر نظريات المستوى العالى التى تشير مباشرة إلى تلك الظواهر.

الخلاصة :

المعرفة العلمية شأنها شأن كل المعارف البشرية تشتمل مبدئيًا على الشروح. الحقائق يمكن النظر إليها والتنبؤات تكون مهمة. فقط لكى تحكم التجارب الحرجة والاختبارات التى تميز بين النظريات المتنافسة التى بالفعل قد اجتازت اختبارات أثبتت جودتها كشروح ناجحة. وبما أن النظريات الأحدث تزيح ما قبلها فإن معرفتنا تصبح أعرض (لأن موضوعات جديدة قد استحدثت) وأيضًا أكثر عمقًا (لأن نظرياتنا الأساسية أصبحت تشرح أكثر واكتسبت مزيد من العمومية). العمق يتفوق ويفوز فى السباق. لأننا لا ننطلق من حالة الشخص الذى يمكنه فهم كل ما هو مفهوم ولكن فى اتجاه هذه الحالة. نظرياتنا الأكثر عمقًا قد تم دمجها مع بعضها البعض حتى أنه لا يمكن فهم أى منها منفردة دون الأخريات، كما لو كانوا نظرية واحدة موحدة لنسيج الحقيقة، لأن نسيج الحقيقة لا يحتوى فقط على أجزاء مصغرة مثل: الفضاء، والزمن، والجزيئات تحت الذرية ولكن أيضًا - وعلى سبيل المثال: الحياة، والفكر، والحوسبة. والأفرع الرئيسية الأربعة للشرح والتى يمكنها أن تنشئ أول نظرية لكل شيء هى:

الفيزياء الكمية: الفصول ٢، ٩، ١١، ١٢، ١٣، ١٤ .

نظرية المعرفة: الفصول ٣، ٤، ٧، ١٠، ١٣، ١٤ .

نظرية الحوسبة: الفصول ٥، ٦، ٩، ١٠، ١٣، ١٤ .

نظرية التطور: الفصول ٨، ١٣، ١٤ .

والفصل التالى سوف يكون حول أول أولئك الأربعة وأكثرهم أهمية وهو الفيزياء الكمية(*).

(*) ميكانيكا الكم Quantum mechanics فى القرن ١٨ أعتبر معظم الفيزيائيين أن قوانين نيوتن من المقدسات ولكن مع عشرينات القرن ٢٠ بدا أن فيزياء الإشعاعات تتحدى فيزياء نيوتن التى كانت تتعامل فى الأصل مع الأحجام الكبيرة ولا تنطبق على الأحجام متناهية الصغر، ومن ثم ظهرت ميكانيكا الكم التى يمكن التعبير عنها فى أبسط صورة ممكنة: إذا عرفنا مكان إلكترون بدقة أصبحت سرعته غير محددة إلا احتمالياً، وإذا عرفنا سرعته أصبح مكانه غير محدد إلا بالتقريب، ومن هنا يأتى المبدأ المركزى فى النظرية والمتمثل فى "اللايقين". (المترجم)

الفصل الثانى

الظلال

"ليس هناك ما هو أحسن، كما لم يعد هناك بابا مفتوحًا تستطيع الدخول منه للفلسفة الطبيعية، إلا من خلال الأخذ: بظاهرة الشمعة" فى الاعتبار.

ميشيل فاراداى

Michael Faraday

(فى واحدة من بين مجموعة من ست محاضرات عن "التاريخ الكيميائى للشمعة")

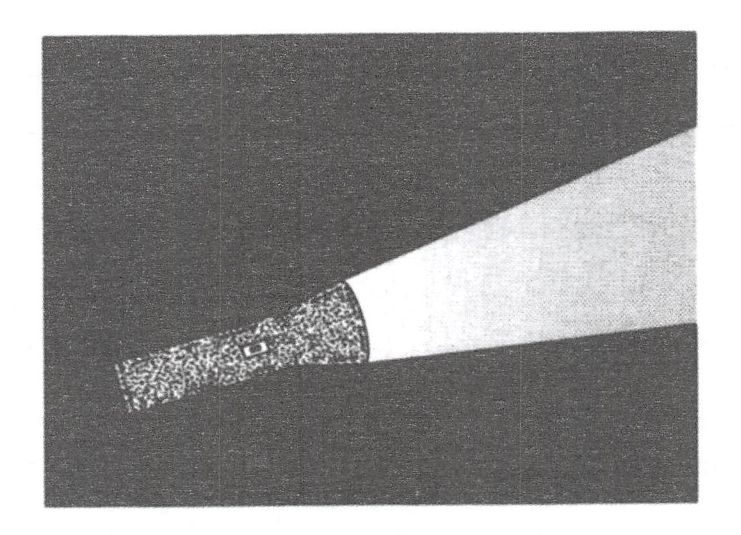
اعتاد ميشيل فاراداى عبر محاضراته المعروفة عن "العلم" فى المعهد الملكى أن يحث مستمعيه. فى محاولتهم لتعلم شيء عن العالم - أن يأخذوا فى اعتبارهم ما يحدث للشمعة وهى تذبل وتزوى. وبدلاً من ذلك فسوف آخذ فى اعتبارى هنا بطارية إضاءة كهربية أو مصدر للضوء الساطع **Flashlight** . وهو مناسب للغاية لأن التقنية التى تقوم عليها البطارية الكهربية - قد تأسست على مكتشفات فاراداى.

وسوف أصف بعض التجارب التى توضح الظواهر التى تقع فى مجرى الفيزياء الكمية. تجارب من هذا النوع والتى تعددت وتنوعت وأُدخل عليها المزيد من التصحيحات كانت دوما بمثابة الزبد والخبز (الغذاء الرئيسى) بالنسبة لعلم البصريات الكمى ولعديد من السنين. لم يكن ثمة جدل حول النتائج، ولو أنه - حتى فى وقتنا الحالى - فثمة البعض منها لا يزال من الصعب تصديقه. والتجارب الأساسية تعتبر من وضوح البساطة بمكان فهى لا تحتاج أساسًا لا إلى أدوات علمية متخصصة ولا معرفة كبيرة بالرياضيات أو الفيزياء، كل ما فى الأمر هو إطلاق "الظلال" وتعقبها.

ولكن نموذج الضوء والظل الذى تطلقها بطارية مضيئة هو من الغرابة الشديدة بمكان أيضًا. عند أخذنا لهما بالجدية الواجبة والحذر فستجد لهما تفرعات أو تشعبات غير عادية. وشرح هذه التشعبات لا يستلزم فقط قوانين فيزيائية جديدة، ولكن مستوى جديد من الوصف والتفسير يذهب إلى ما بعد ما كان معروفا من قبل على أنه "المدى"

الذى ذهب إليه العلم. وفى البداية فإنهما يكشفان عن وجود أكوان متوازية. كيف ذلك؟ ما الذى يقدمه لنا هذا النمط المحسوس من الظلال؟

تخيل أن بطارية قد أضيئت فى غرفة مظلمة. سوف ينبعث شعاع ضوء من فوهة البطارية ليملأ جزءًا من الغرفة مخروطى الشكل، ولكى لا تصبح التجربة أكثر تعقيدًا من خلال الضوء المنعكس، فإن حوائط الحجرة يجب أن تمتص الضوء بشكل كامل أى تكون سوداء قاتمة السواد. أو بدلا من ذلك - بما أننا فقط نتخيل هذه التجارب - فيمكننا تخيل حجرة ذات حجم فلكى بحيث لا يكون هناك وقت للضوء لكى يصل للحوائط ثم يرتد قبل أن تنتهى التجربة. شكل ٢ - ١ يوضح لنا الموقف. لكن سيكون الأمر مخادعًا إلى حد ما لو كنا نراقب البطارية من موقع يمكننا فيه أن نراها أو لا نراها، وبالطبع ضوءها."المحجوب" أو "غير المنظور" هو واحدة من الخصائص المباشرة للضوء. نحن لا نرى الضوء إلا إذا دخل أعيننا (ولو أننا عادة نتحدث عن أننا نرى الأشياء فى مدى رؤيتنا طالما أنها تأثرت بالضوء).



(الشكل ٢- ١) ضوء منبعث من بطارية (أو مصدر للضوء المتوهج)

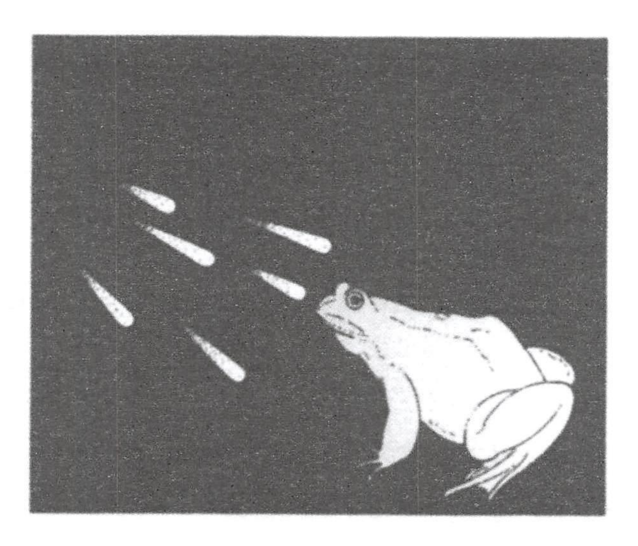
نحن لا نرى الضوء وكأنه مجرد خيط يمر إلى جوارنا. إذا كان ثمة شىء يعكس الضوء أو مجرد قطرات مياه تبعثر الضياء، سوف نستطيع أن نرى موقعه. ولكن ليس هناك شىء من ذلك. كما أننا لا نلاحظ هذا الضوء من موقع خارج مصدره بحيث لا يصلنا - شخصيًا - أيا منه. واستعراض صحيح لما يمكن أن نراه ستكون صورة مظلمة تماما. لو كان هناك مصدراً ثانيًا للضوء سوف يمكننا رؤية البطارية ذاتها. وليس ضوءها. حزم أشعة الضوء حتى أكثرها قوة التى يمكن أن نستولدها (من هذه الأخيرة) تمر من خلال بعضها البعض وكأن لا شىء هناك تماماً.

فى شكل ٢ - ١ نجد الضوء أكثر قوة بالقرب من فوهة البطارية ولكن يقل توهجه ويزداد عتامة أكثر كلما انتشر ليضىء مساحات أكبر. بالنسبة للاحظ بعيد عن حزم الضوء ويقف مستنداً خلف البطارية، سوف يبدو العاكس أصغر حتى يمكن رؤيته كنقطة واحدة، وأكثرها شحوبًا. . هل يمكن هذا؟ هل يمكن للضوء أن ينتشر مرة بعد مرة ويقل سمكه فى كل مرة هكذا بلا حدود؟ الإجابة هى لا. على مسافة تقدر بحوالى ١٠,٠٠٠كم من البطارية سيكون ضوؤها خافتًا لدرجة عدم إمكانية رؤيته بالعين البشرية ولن يرى الملاحظ شيئًا هذا بالنسبة للكائن البشرى ولكن ماذا عن حيوان لديه حساسية رؤية أكثر منه. عيون الضفادع تتمتع بحساسية للرؤية تتضاعف عدة مرات عن البشر لدرجة أنها تحقق اختلافات واضحة فى هذه التجربة لو كانت الضفدعة هى التى تقوم بالملاحظة، وظلت تتحرك مبتعدة عن البطارية فإن اللحظة التى ستفتقد فيها رؤية ضوء البطارية لن تجىء أبدا. وبدلاً من ذلك ستظل ترى ضوء البطارية ولكن بشكل مترجرج أو كومضات خاطفة. تلك الومضات ستبدو- وبشكل شاذ - وعلى فترات على أنها أطول فى المدة كلما ابتعدت الضفدعة أكثر ولكن توهج الومضات ثم خبوّها لن يقل وعلى بعد مائة مليون كم من البطارية سترى الضفدعة تقريبًا ومضة واحدة فى اليوم الواحد، ولكن سيظل توهج (وخبو) الومضة مثل ما كان عليه على أى مسافة كانت.

الضفادع لا يمكنها أن تخبرنا بما تراه. ولذا فإننا نستخدم فى التجارب الحقيقية مكثف للضوء (كاشف للضوء أكثر حساسية من عيون الضفادع) ونضاعف حدة الضوء بإمراره عبر فلاتر مظلمة بدلا من ملاحظته من على مسافة مائة مليون كم. المبدأ هو نفسه، وكذا النتيجة فلا إظلام واضح ولا شكل يتضح للعتامة، والضوء المنبعث من مصادر فردية يومض (يتوهج ثم يخبو) بشكل واحد مهما كانت عتامة الفلاتر المستخدمة. هذا الومض المترجرج يشير إلى أن هناك حدوداً لم نتمكن من الوصول إليها فى زيادة حدة الضوء (بجعله رفيعًا) فى مجال انتشاره على التوازى وباستعارة مصطلحات صائغ المجوهرات فإنه يمكننا القول بأن الضوء "غير قابل للطرق" بلا نهاية. مثل الذهب فإن كمية صغيرة من الضوء يمكنها أن تنتشر عبر منطقة واسعة جداً، وأخيراً لو حاول المرء أن ينشرها أكثر فستصبح ثقيلة متلاطمة الكتل. حتى لو كان يمكننا منع ذرات الذهب من – ولو على نحو ما – التجمع على شكل كتل، ولكن هناك نقطة تقع وراء القدرة على تقسيمها يستحيل بعدها أن تبقى ذهبًا على ما هى عليه. وعلى ذلك فإن الطريقة الوحيدة التى يستطيع بها المرء أن يصنع شريحة رقيقة من الذهب سمكها ذرة واحدة فى الفضاء هى بعثرتها أكثر وأكثر، مع وجود فراغات بين ذراتها. وعندما تبتعد الذرات عن بضعها بدرجة كافية فسوف يكون مخادعًا التفكير فى أنها تشكل مسطحًا مستمراً. على سبيل المثال لو أن ذرة تبتعد بضع سنتيمترات عن جارتها فإن المرء يمكنه أن يمد يده عبر "الشريحة" دون أن يلمس أى ذهب على الإطلاق. وعلى غرار ذلك فإن هناك منتهى لتكتلات الضوء وهى "ذراته" التى نسميها "الفوتونات" Photon . كل ومضة تراها الضفدعة هى نتاج لاصطدام الفوتون بشبكية عينها. والذى يحدث عندما تخبو حزمة الضوء لا يرجع إلى أن الفوتونات نفسها قد خبت بدورها ولكنه يعنى أنها تباعدت أكثر، وبمزيد من المساحات بين بعضها البعض (شكل ٢– ٢). وكلما خبت الحزمة الضوئية بشدة كلما كان مخادعًا أن تسميها حزمة لأنها ليست مستمرة. وخلال الفترات البينّية للومضات وهى

تتوهج وتخبو وحين لا ترى الضفدعة شيئًا فليس معنى ذلك أن الضوء الذى دخل عينها كان ضعيفًا ولكن لأنه لم يدخل عيونها أى ضوء على الإطلاق.

هذه الخاصية عن ظهور الحزم الضوئية فى أحجام منفردة هى التى تسمى "الكم" (جمع كمّه). واكتسبت "نظرية الكم" اسمها من هذه الخاصية، والتى تنسب إلى كل الكميات الفيزيائية القابلة للقياس وليست فقط بكميات الضوء أو كتلة ذهب التى يمكن تكميمها (قياس كميات منها) باعتبارها فى جوهرها مكونة من جسيمات، وهكذا فإن التعبير عن امتداد متصل، هو نوع من الخيال.



(شكل ٢- ٢) الضفادع يمكنها أن ترى فوتونات منفردة.

وحتى بالنسبة لكمّ المسافات - مثلا - بين ذرتين فإن فكرة مدى استمرارية المقادير هنا تصبح مثالية. ليس هناك قياس مستمر لأى كميات فى الفيزياء. دائمًا هناك مؤثرات جديدة فى الفيزياء الكمية، وعملية "التكميم" تلك هى واحدة من المألوفات فيها، كما سنرى. وبمعنى ما تبقى هى المفتاح لكى شىء آخر، لأنه لو جرى تكميم كل شىء فكيف لأى كمية واحدة أن تتغير من قَدْر إلى آخر؟ وكيف لأى موضوع أن يتحرك

من مكان إلى غيره إذا لم تكن هناك مستويات لتدخلات دائمة تعترض طريقة؟ سوف أشرح فى الفصل ٩ كيف يكون ذلك. ولكن دعنى أطرح هذا السؤال جانبًا الآن، ونقترب من البطارية حيث تبدو الحزمة الضوئية مستمرة لأنه يتدفق منها كل ثانية حوالى ١٠ ^١٤^ (مائة تريليون) من الفوتونات لكل عين تتطلع فيها.

فى الحدود بين الضوء الباهر والظل المتكامل، هل ثمة منطقة "رمادية"؟ عادة ما تكون بالفعل كذلك كما تكون عريضة نسبيًا وواحدا من بين أسباب ذلك يتوضح فى (الشكل ٢- ٣). هناك منطقة مظلمة (umbra) حيث لا يمكن لشعاع الضوء أن يصل إليها. وثمة منطقة متوهجة وهى التى يمكنها استقبال شعاع الضوء وليس من مصدر آخر. ولأن هذا الشعاع ليس نقطة هندسية، ولكن له حجمًا معينًا، فثمة منطقة واقعة بين منطقة التألق ومنطقة الظلمة: وهى المنطقة التى يمكن أن تصلها أجزاء من نفس شعاع الضوء وليس من مصادر أخرى. ولو أن الملاحظ قام بالملاحظة من المنطقة الرمادية هذه فإنه سيرى فقط جزء من شعاع الضوء وأن الضوء فى هذه المنطقة أقل تألقًا من المنطقة المتوهجة والمتألقة بالضوء.

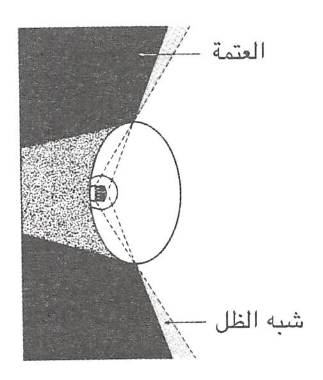
مهما كان حجم شعاع الضوء فليس لهذا الحجم وحده يرجع حدوث هذه المنطقة الرمادية. الضوء يتأثر فى كل الطرق الأخرى بأى عاكس يقع أمام المصباح، بالزجاج الموجود فى مقدمة البطارية، بأى شائبة أو عيب، وهكذا. ولهذا نتوقع نموذجًا معقدًا للضوء والظل الناجم عن بطارية. ولكن المكونات المثالية للبطاريات ليست هى مقصدنا فى هذه التجارب. وراء سؤالنا عن ضوء البطارية يقع سؤال أكثر تأسيسًا عن الضوء بصفة عامة: من حيث المبدأ هل هناك حدود لمدى حدّة الظل (وبكلمات أخرى على أى حجم من الضيق يمكن أن تكون عليه منطقة شبه الظل)؟ على سبيل المثال لو أن البطارية مصنوعة من مادة تامة السواد (الظلمة) أى لا تعكس أى ضوء، ولو أن المرء

استخدم فتيلة (أى السلك الرفيع الذى يضئ بداخل اللمبة) أصغر هل يمكن للمرء أن يصنع منطقة شبه ظل (المنطقة الرمادية) أضيق وأضيق هكذا بلا حدود؟

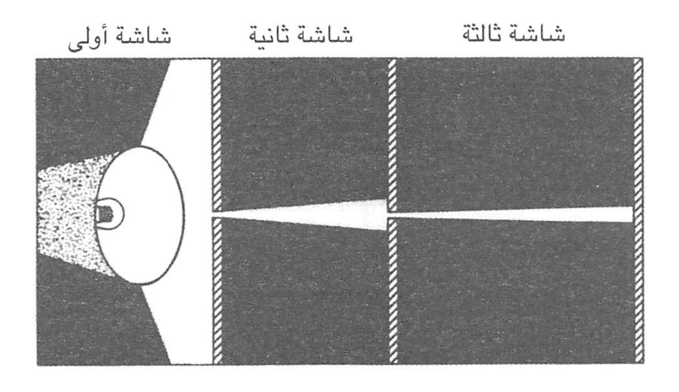
(شكل ٢- ٣) يجعل الأمر يبدو وكأن ذلك ممكنا. لو أن الفتيلة بلا حجم فلن تكون هناك منطقة ظل. ولكن وقت قيامى برسم هذا الشكل فقد صنعت فرضًا معينًا بشأن الضوء وهو أنه يرتحل فى خط مستقيم. من تجربة الحياة اليومية نرى الأمر كذلك لأننا لا نستطيع رؤية كل الأركان الدائرية المحيطة بنا. ولكن فى التجارب الحذرة لا نشاهد الضوء مرتحلا فى خط مستقيم على الدوام. تحت بعض الظروف يقوم الضوء بالانحناء.

من الصعب عرض ذلك من خلال البطارية وحدها لأنه من الصعب صنع فتيلة رفيعة جدًا، وكذا سطوح بالغة (السواد) هذه الصعوبات العلمية هى التى تغلف الحدود التى تضعها الفيزياء الأساسية على "حدّة" الظلال . من حسن الحظ فإنه يمكن عرض انحناء الضوء بطريقة أخرى. افترض أن ضوء البطارية يمر عبر ثقبين ناجحين وصغيرين عبر شاشة غير شفافة، كما يظهر فى شكل ٢- ٤ وأن الضوء الذى يظهر منهما يسقط على شاشة ثالثة بعدهما.

سؤالنا الآن هو هذا: لو أن التجربة أعيدت من خلال ثقوب أصغر وبفاصل أكبر بين الشاشة الأولى والشاشة الثانية هل يمكن للمرء أن يجد العتمة - المنطقة الكاملة الأظلام - أكثر قربًا وبلا حدود بالنسبة للخط المستقيم من الضوء العابر من مركزى الثقبين؟ هل يمكن للمنطقة المضيئة بين الشاشة الثانية والشاشة الثالثة أن تكون مخروطًا ضيقًا على نحو اعتباطى؟ وباستعارة لغة الصائغ هل نحن الآن نتساءل عن شىء مماثل عن مدى كون الضوء مطاوعًا (قابلا للطرق فى لغة الصائغ)؟ ما مدى دقة شريحة الضوء آنذاك؟ الذهب يمكن تحويله إلى رقائق سمكها واحد من الألف من المليمتر.



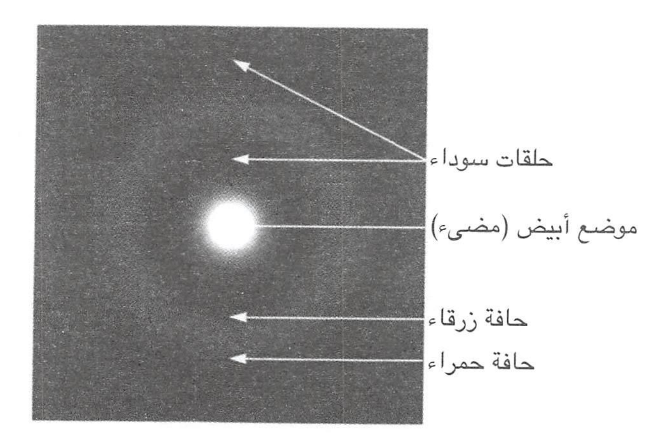
(شكل ٢-٣) العتمة وشبه الظل فى مسألة الظلال.



(شكل ٢-٤) صنع حزمة ضوء ضيقة من خلال إمرار الضوء من ثقبين متتاليين

يبدو أن الضوء ليس فى طواعية الذهب قبل أن نصل إلى جعل الثقوب تعادل جزءًا من عشرة آلاف من المليمتر بمراحل – فى واقع الأمر بدءًا من ثقوب قطرها أكبر قليلاً من المليمتر نلاحظ أن الضوء بدأ فى التمرد. إذ بدلا من مروره فى خط مستقيم عبر الثقبين، إنه يرفض تلك الاستقامة وينتشر بعد كل ثقب منها. وفى انتشاره ذاك يتفرع فى شكل تشعبات. وكلما كان الثقب أصغر كلما انتشر الضوء أكثر بدلا من

خطه المستقيم المفترض ويظهر لنا نموذج معقد أو عصىّ على التحليل من الضوء والظل. ولم نعد نرى منطقة مضيئة ومنقطة معتمة على الشاشة الثالثة وبينها منطقة شبه ظل لكننا نرى حلقات متمركزة من الإضاءة متعددة التخانات. هناك أيضًا اللون لأن الضوء يتألف من خليط من الفوتونات مختلفة الألوان، وكل لون ينتشر ومن ثم يتشعب فى نماذج رفيعة مختلفة. (شكل ٢ – ٥) يوضح مشهدًا نموذجيًا لما نراه على الشاشة الثالثة عبر ضوء أبيض يمر من ثقبين فى الشاشتين الأوليتين. تذكر أن لا شىء يحدث هنا غير أننا نتعقب الظل الذى سبق أن تعقبناه على الشاشة الثانية فى (شكل ٢ – ٤) ولو أن الضوء يرحل فى خط مستقيم فلن تكون هناك سوى نقطة بيضاء (أصغر كثيرًا عن النقطة التوهجة المركزية فى شكل ٢ – ٥) محاطة بدائرة ضيقة جدًا من شبه الظل. وفى الخارج من ذلك ستكون هناك عتمة وإظلام كاملين.



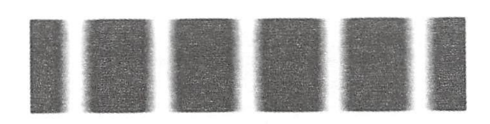
(شكل ٢–٥)

نموذج الضوء والظل اللذان يتشكلان بسبب ضوء أبيض

يمرّ عبر ثقب مركزى مستدير

ولو أنه أمر محيِّر فربما أن أشعة الضوء لا بد أنها تنحنى عندما تمر من الثقوب الصغيرة، وربما لا تنحنى، واعتقد بصفة أساسية أن ذلك يدفع للاضطراب. وفى حالتنا هذه فالذى يهمنا لغرضنا الحالى أن الضوء ينحنى. وهذا يعنى أن الظلال عموماً لا تحتاج إلى أن تكون خيالاً "سيلويت"، للأشياء التى تتعقبها. والأكثر من ذلك فإن هذا ليس فقط مسألة "ضبابية" أو عدم وضوح بسبب شبه الظل. فنحن نجد أن عائقًا به نمط معقد من الثقوب ينتج وجود ظل مختلف لنموذج مختلف تماماً.

(شكل ٢- ٦) يظهر لنا، بشكل تقريبى، حجمه الفعلى، نموذج الظلال يتعقب ثلاثة أمتار من زوج متوازى ومستقيم من الشقوق فى حاجز غير شفاف (لا ينفذ الضوء) الشقوق بعيدة عن بعضها. بمقدار ١/٥ ملليمتر مضاءة بواسطة حزمة ضوئية متوازية نقية الاحمرار صادرة عن مصدر ليزرى على الجانب الآخر من الحائل. لماذا ضوء "ليزر" وليس ضوء البطارية؟ لأن الشكل الدقيق للظل يعتمد أيضًا على لون الضوء المتعقب، الضوء الأبيض الصادر عن بطارية يشمل خليطا من كل الألوان المنظورة، وعلى هذا تتعاقب فيه ظلال أهدابها متعددة الألوان. ولذلك فإن فى التجارب حول الأشكال المحددة للظلال يكون من الأفضل استخدام ضوءًا له لون واحد. يمكننا وضع فلتر ملون (مثل شريحة زجاجية ملّونة) أمام مقدمة البطارية حيث يمكن للون المضاهى للون الزجاج وحده أن يخترق الشريحة. هذا يمكن أن يساعد ولكن الفلاتر جميعها ليست على هذا النحو من التميز. وأفضل طريقة هى استخدام ضوء الليزر لأن الليزر يمكنه إطلاق اللون الذى نريده أو نختاره بدرجة من النقاء لا يسمح بها غيره.



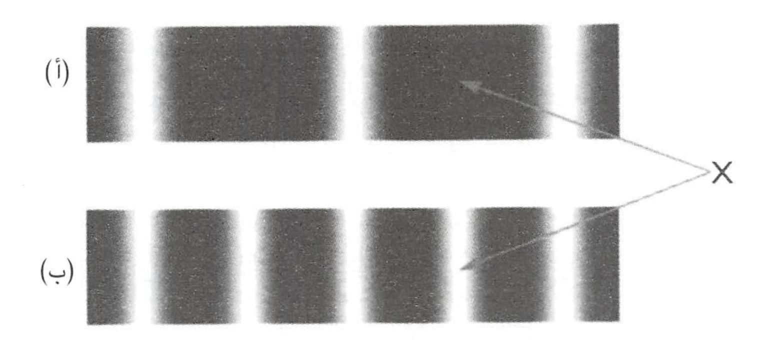
(شكل ٢- ٦)

تعقب الظلال على حامل يشمل شقين متوازيين ومستقيمين.

إذا كان الضوء يرحل (أو يسافر) فى خط مستقيم فإن النموذج فى (شكل ٢- ٦) سوف يتكون من زوج من الأحزمة الضوئية الباهرة مفترقة عن بعضها بمقدار ١/٥ المللميتر (أضيق من أن تميزها على هذا النحو من القياس) وبأحرف حادة ويظل باقى الشاشة فى منطقة الظل. ولكن فى الحقيقة الضوء ينحنى لدرجة تشكيل حزم مضيئة وأخرى معتمة وبدون حواف حادة على الإطلاق. وإذا تحركت الشقوق بعيدا مع بقاء مصدر الضوء (الليزرى) يتحرك النموذج بنفس قدر تحركها. وعلى هذا النحو - الواجب التقدير- فإن الظل هنا يسلك بنفس طريقته كظل فى مقياس رسم أكبر. والآن ما الذى يمكن أن يحدث لو أننا أحدثنا شقين آخرين فى الحاجز متماثلين تماماً مع زوج الشقوق الموجودة على أن يقعا بينهما بحيث يصبح لدينا أربعة شقوق بين كل منهما والأخرى حوالى ١/١٠ المللميتر؟ ربما نتوقع أن يشبه النموذج تقريبًا لشكل (٢ - ٦) وبعد كل شيء فإن الزوج الأول من الشقوق سوف يصنعان ظلا كما فى (الشكل ٢- ٦)، وبعدها كما قلت توا، فإن الزوج الثانى من الشقوق سينتج عنه نفس النموذج ولكن فقط على مبعده ١/٢٠ مللميتر وتقريبا فى نفس الموقع. نحن نعلم أن أشعة الضوء تخترق بعضها البعض بدون مؤثرات ولذلك فإن زوجى الشقوق يلزم أن يعطينا بالضرورة نفس النموذج مرة أخرى، وإن كانت فى شكل حزم متلاطمة بدرجة أخف ولكن أكثر تألقًا (لدرجة الضعف).

هذا لا يحدث فى الحقيقة، فالظل الفعلى الذى يظهر على حائل له أربعة شقوق مستقيمة ومتوازية يبرزه (الشكل ٢-٧ "أ")، وللمقارنة فقد كررت أسفله نموذج الضوء الذى يمر من زوج من الشقوق (شكل ٢-٧ "ب"). من الواضح أن الخيال الناتج ليس تجمعا من اثنين من الشقوق يحلان محل اثنين آخرين ينتجان الظل، لكنه نموذج جديد أكثر تعقيداً. وفى هذا النموذج توجد أماكن كتلك مشار إليها بحرف X والتى تكون مظلمة فى نموذج الأربعة شروخ ولكن أكثر تألقًا فى حالة الزوج الواحد. هذه الأماكن تكون متألقة فى حالة وجود شرخين فى الحائل ولكن بريقها يقل وتصبح أكثر عتمة

عندما نشق الشرخين الآخرين ليمر الضوء عبر الأربعة شروخ. فتح الشرخين الآخرين يتداخل مع الضوء الذى كان يصل قبلا للنقطة X .



(شكل ٢- ٧) تعقب الظلال على حامل يحوى : أ- أربعة ثقوب (شقوق)، و ب- ثقبين (شقين) متوازيين ومستقيمين.

إذن فإن إضافة مصدرين جديدين للضوء يتسبب فى إعتام النقطة X وإزاحة هذين المصدرين يجعل النقطة X متألقة من جديد كيف؟ المرء يمكنه تخيل زوج من الفوتونات متجهان للنقطة X ثم يرتدان معا كما فى كرات البلياردو. كل واحد منها سوف يصطدم بالنقطة X ولكنها سيتداخلان معا بحيث ينتهى كل منهما فى نقطة مختلفة. سوف أوضح حالاً أن هذا التفسير ليس صحيحا. وأيا ما كان فإن الفكرة الأساسية غير قابلة للهرب منها. إن شيئًا آخر لا بد أنه تدخّل لمنع الضوء الواصل عبر زوج الشروخ الأول عند مرور نفس الضوء عبر الأربعة شروخ معا من الوصول بنفس الدرجة عبر الشقين الأخيرين وذلك عند النقطة X . ولكن ماذا؟ يمكن أن نعثر على ذلك بإقامة مزيد من التجارب.

أولا لا يظهر لنا نموذج الأربعة شروخ (شكل ٢- ٧ "أ") إلا إذا كانت إضاءتهم قادمة من مصدر ليزرى. فإذا كانا شقين فقط فالذى سيظهر لنا هو النموذج الخاص

بالشقين، وإذا كانوا ثلاثة شقوق مضاءة سيظهر نموذج الثلاثة والذى سيبدو مختلفا. وهكذا مهما كانت أشكال اعتراض الضوء القادم من مصدره الأصلى. نموذج الشقين يعود للظهور إذا ملأنا اثنين من الشقوق بشىء معتم (غير مُنفذ للضوء) وليس الأمر كذلك لو ملأناهما بما هو شفاف (منفذ للضوء). وبكلمات أخرى فإن جوهر التداخل يُعوّق بأى شىء من شأنه إعاقة الضوء، حتى لو كان ضعيفا مثل الضباب. ولكنه يمكنه أن يخترق أى شىء يسمح للضوء بالمرور حتى ولو كان غير قابل لاختراق أى مادة له كالماس. ولو أن نظاما معقدا من المرايا والعدسات تم وضعه فى أى مكان أو أى موضع من الأجهزة، فإنه طالما تمكن الضوء من المرور عبر كل شق ليصل إلى نقطة معينة على الشاشة فإن الذى سنلاحظه عند هذه النقطة هو جزء من نموذج الشقوق الأربعة. وإذا كان الضوء عابرا لشقين فقط إلى نقطة معينة على الشاشة فالذى سنراه أو نلاحظه هو جزء من نموذج الشقين، وهكذا.

وعليه فإن أى شىء يسبب التداخل يسلك تماما سلوك الضوء. هذا ما نجده فى أى مكان على امتداد شعاع ضوء وليس خارجه أنه ينعكس أو ينتقل أو يغلق بسبب عاكس أو ناقل أو غالق.

ربما تعجب لماذا ألح وأجاهد فى هذه النقطة. بالتأكيد من الواضح أنه الضوء الذى عبره تتداخل فيه الفوتونات الخارجة من أى شق مع الفوتونات الصادرة من الشق الآخر. ولكن من حقك أن تميل لشك فيما هو واضح بعد التجربة التالية التى تمثل حلا للغز المسلسل.

ما الذى نتوقع حدوثه لو أن هذه التجارب أجريت كما لو أن فوتون واحد هو الذى يرتحل فى كل مرة على حدة؟ على سبيل المثال: افترض أن البطارية أمكن زحزحتها إلى مكان بعيد جدا لدرجة أن فوتون واحد هو الذى يسقط على الشاشة. ما الذى ستلاحظه "ضفدعتنا" عندما تجلس على الشاشة؟ إذا كان صحيحًا أن التداخل مع فوتون هو من فوتون آخر، إذن سيقل التداخل عندما تكون الفوتونات ضئيلة أو

متناثرة، أليس كذلك؟ إذ لا يمكن حصرها أو الإمساك بها عندما يمر فوتون واحد أمام الأجهزة فى أى وقت منفرد! ربما نتوقع أيضًا وجود شبه الظل، ما دام الفوتون قابلا لتغيير مساره عندما يمر من الشق (ربما عندما يصطدم بلطف أسفل الحافة). ولكننا متأكدون أننا لن نجد أى موقع على الشاشة مثل X يمكنه استقبال الفوتون عندما ينفتح شقان، ولكنه يصبح مظلما عندما ينفتح شقان آخران.

إن الذى سنلاحظه فعلا أن نموذج الظلال سيبقى على ما هو عليه مهما كانت الفوتونات قليلة. حتى لو أجريت التجربة بفوتون واحد فى كل مرة، لن يصل أى منها إلى النقطة X عند فتح الشقوق الأربعة. فقط سنحتاج لغلق شقين منهم حتى تصل "الرجرجة" إلى X وتبدأ من جديد.

هل ينقسم الفوتون متخذا صورة شظايا أشعاعية عند مروره بالشق فيغير مساره ثم يتحد ثانية؟ يمكننا أن نسيطر على هذه الإمكانية أيضا. لو عدنا لإطلاق فوتون واحد عبر الجهاز ولكن مع استخدام أربعة كواشف واحد عند كل شق فلن يسجل أيهم أى شىء لأنه فى مثل هذه التجربة لن نلاحظ أبدا أن اثنين من الكواشف سيغلقان معًا مرة واحدة، ويمكننا القول بأن جوهر ما يكشفانه لم يتم قذفه.

وهكذا، لو أن الفوتونات لا تنقذف فى شكل أجزاء من أشعة ولم تنحرف بسبب فوتونات أخرى، ما الذى يحرفها إذن؟ عندما يمر فوتون واحد عبر الجهاز فى المرة الواحدة ما الذى سيمر أو يتداخل معه فى الشقوق الأخرى.

دعنا نعيد تثبيت ذلك: الذى وجدناه عندما يمر فوتون واحد عبر الجهاز:

- إنه يمر عبر واحد من الشقوق، وعندئذ يتداخل معه شىء ما، فينحرف نتيجة لذلك بطريقة تعتمد على ما إذا كانت الشقوق الأخرى مفتوحة.

- الكيان المتداخل مر عبر بعض الشقوق الأخرى.

● الكيان المتداخل يتصرف بنفس طريقة سلوك الفوتونات تماما... إلا أننا لا نستطيع أن نراه.

سأبدأ الآن فى تسمية الكيانات المتداخلة بالفوتونات، أنها حقًا كذلك ولو أنه فى هذه اللحظة يبدو لنا أن الفوتونات نوعان: سأسميها مؤقتا فوتون واقعى ملموس، وآخر هو "ظل". الفوتون الواقعى هو الذى يمكننا رؤيته أو نستكشفه من خلال الآلات، بينما فوتونات "الظل" هى غير المدركة (غير المنظورة) ولا يمكن استكشافها بطريقة غير مباشرة فقط عبر تأثير تداخلها مع الفوتونات المدركة. (سنرى فيما بعد أنه لا يوجد فرق جوهرى بين النوعين: كل فوتون يكون مدركا فى كون واحد ويصبح غير مدرك فى الأكوان الموازية - هنا أنا استبق الأفكار). الذى استنتجناه حتى الآن هو أن كل فوتون مدرك تصاحبه بطانة من فوتونات "ظل"، وأنه كلما عبر فوتون من واحد من شقوقنا الأربعة فإن بعض من فوتونات "الظل" تمر من واحد من الشقوق الباقية، وبعض هذه الأخيرة يمر من الثلاثة جميعا. وحيث أن تداخلات مختلفة تظهر عندما تفتح شقوقا فى أماكن أخرى على الشاشة، فضلا عن الحزمة الضوئية هى نفسها، فإن فوتونات الظل لا بد أن تصل إلى الجزء المضىء من الشاشة عند وصول الفوتون المدرك إليها. وبما أن هناك فوتونات ظل أكثر من الفوتونات المدركة. كم عددها؟ التجارب لا تعطينا رقما محددا لها ولكنها فقط تقدم الحد الأدنى. ففى المعامل أقصى ما يمكننا أن نضيئه بواسطة الليزر تقدر مساحته بمتر مربع واحد، وأقل شق يمكن السيطرة عليه ربما يكون حجة جزء من الألف من المليمتر. أى أن هناك حوالى ١٠ ^١٢^ (تريليون واحد) من الثقوب الممكنة على الشاشة وبالتالى يكون هناك على الأقل تريليون فوتون ظل مصاحبه لكل فوتون مدرك.

وهكذا نكون استنتجنا أو استدللنا على شىء غالٍ ومدهش فى تعقيده: عالم خفى من فوتونات الظل وهى ترتحل بنفس سرعة الضوء، وترتد أمام المرايا، وتتوقف أمام الحوائل المعتمة والفلاتر ذات اللون الخطأ ولا تستثير حتى أكثر الكواشف حساسية.

والفوتون المدرك المصاحب لفوتون الظل هو الشيء الوحيد في الكون الذي يمكننا من ملاحظة تأثير هذا الأخير. ولولا هذا النوع من التجارب بما تعطيه من نماذج غريبة للظلال لظلت فوتونات الظل غير ملحوظة.

التداخل ليس خاصية تنفرد بها الفوتونات. لأن النظرية الكمية، وما تؤكده التجارب، تتنبأ بأن هذا يحدث مع كل العناصر. وهكذا فكل نيترون مدرك لا بد أن تصاحبه عصبة من نيترونات "الظل" وهكذا الإلكترونات وهلم جرا.. خلال تداخلها مع حركة المدرك منها مع نظيره غير المرئي.

وينتج عن هذا أن الحقيقة أكبر كثيرا مما تبدو عليه وبالذات بمعنى أن أكثرها غير منظور. ما نلاحظه ويمكن لآلاتنا ملاحظته هو مجرد قمة جبل الجليد.

الآن فإن العناصر المدركة لها خاصية تدفعنا لكي نسميها بشكل جمعي، "الكون". هذا ببساطة هو تعريف هذه الخاصية باعتبارهم مدركين طالما أنهم يتفاعلون معا وبالتالي يمكن الكشف عنهم بواسطة أدواتنا وطالما كانت الأعضاء أو الأدوات تتشكل وتصنع من عناصر مدركة. وظاهرة التداخل ليست مقتطعة كليّة من بقية الحقيقة (أي من جسيمات الظل) فلو كان الأمر كذلك لاكتشفنا أنه ليس هناك سوى العناصر المدركة. ولتبسيط أفضل يمكن أن نقول إنها تضم الكون كما نراه في حياتنا اليومية من حولنا والكون أيضًا المشار إليه في الفيزياء (ما قبل المرحلة الكمية) الكلاسيكية.

لأسباب مشابهة يمكننا أن نسمي العناصر "الظل" وبشكل كلي: الكون الموازي، لأنها تتأثر بالعناصر المدركة فقط من خلال ظاهرة التداخل. ولكننا يمكننا أن نفعل ما هو أفضل من ذلك. لأن عناصر الظل تلك يحدث أنها تستقطع فيما بينها تماما بنفس الطريقة التي تستقطع بها العناصر المدركة منهم. وبكلمات أخرى؛ أنهم لا يشكلون

كونًا موازيًا متجانسًا أكبر جدًا من الكون المدرك بل عددًا كبيرًا من أكوان موازية، كل منهم مشابه فى التكوين للكون المدرك، ويطيع نفس قوانين الفيزياء، وتتنوع عناصره كما تتنوع مواضعها فى كل كون.

وثمة ملاحظة خاصة بالمصطلحات فكلمة كون تستخدم عادة لتعنى: كل الحقيقة الفيزيائية. وبهذا المعنى فلا يمكن أن يوجد سوى كون واحد. يمكن أن نتمسك بهذا التعريف ونقول أن الجوهر الذى اعتدنا تسميته الكون، اسميا، هى المادة الممكن إدراكها والطاقة حولنا والفضاء المحيط – هى ليست كل الكون ولكن قطعة صغيرة منه. وعليه فيجب أن نخترع اسما جديدا لهذه القطعة الصغيرة المدركة. إلا أن كثير من الفيزيائيين يفضلون الاستمرار فى استخدام كلمة الكون لتدل على جوهر ما دلت عليه دوما حتى ولو أن الكلمة تدل الآن على قطعة صغيرة من الحقيقة. كلمة جديدة متعددة الألوان لتدل على الحقيقة الفيزيائية ككل هى: "متعدد الأكوان **multi verse**" .

تجارب التداخل لجسيم واحد مثل التى وصفتها هنا تطلعنا على أن متعدد الأكوان موجود ويشتمل على نظائر لكل عنصر فى الكون المدرك. وللوصول إلى النتيجة الأبعد بأن متعدد الأكوان ينقسم، ولو بطريقة جافة، إلى أكوان متوازية لا بد أن تَعْتَبِر أن ظاهرة التداخل تتعلق بأكثر من عنصر مدرك. وأبسط طريقة لذلك أن نسأل، بطريقة التجربة الفكرية، ما الذى يحدث على المستوى الميكروسكوبى عندما تصطدم فوتونات الظل مع شىء معتم؟ نحن نعلم بالطبع أننا نستطيع الإمساك بظاهرة التداخل عندما يوضع حائل معتم فى ممر فوتونات الظل. ولكن لماذا؟ ما الذى يوقفهم؟ يمكننا استبعاد الإجابة المباشرة أنها أُمتصَّت فى ذرات الحائل مثلما يحدث للفوتونات المدركة فنحن نعرف أولاً أن فوتونات الظل لا تتفاعل مع الذرات المدركة، وثانيا أنه يمكننا أن نعرف لقياس الذرات (بالتحديد بإحلال مكشاف فى مكان الحائل)، أنها لا تستهلك طاقة ولا تغير حالتها بأى طريقة إلا إذا اصطدمت بها فوتونات مدركة ذلك أن فوتونات الظل لا تأثير لها.

ولنضع ذلك بطريقة أخرى فإن الفوتونات المدركة وفوتونات الظل تتأثران بطريقة متماثلة عندما يصلان لحائل ما ولكن الحائل نفسه لا يتأثر بنفس الطريقة بكل منهما. وأبعد ما يمكن قوله هنا إنه فى الحقيقة لا تأثير البتة لفوتونات الظل. هذا هو ما نعرفه عن خاصية فوتونات الظل لأنه لو كانت هناك أى مادة لوحظ أنها تتأثر بها كانت هذه المادة ستستخدم ككاشف لفوتونات الظل هذه والظاهرة برمتها ولن تكون عملية التداخل كما وصفتها سابقًا.

وهكذا فإن كان هناك نوعا من حائل الظل فى نفس الموقع الذى يوجد به الحائل المدرك، ولن يأخذ منا فسحة ما من تخيل أن ذلك يشمل كون حائل الظل ذاك مكون من ذرات الظل التى عرفنا أنها لا بد من وجودها كى تناظر الذرات المدركة فى الحائل هناك الكثير منها لكل ذرة مدركة.بالطبع فإن الكثافة الكلية لذرات الظل فى ضباب خفيف ستكون كافية لإيقاف سيارة إذا استطاعت التأثير عليها، دعنا إذن من الفوتون، وطالما وجدنا حوائل شفافة (منفذة للضوء) لها نفس درجة الشفافية لكلا النوعين "المدرك" و"الظل" فذلك يستتبع أنه ليس كل ذرات الظل المارة فى طريق فوتونات الظل يمكن أن تكون مسئولة عن إيقافها أو سد طريقها. كل فوتون ظل يقابل نفس نوع الحائل الذى تقابله الفوتونات المدركة كما ستفعل الذرات المكونة له، والحائل يشتمل فقط على قطاع رفيع من كل ذرات الظل.

لنفس السبب كل ذرة ظل فى الحامل يمكنها أن تتفاعل مع قطاع صغير من ذرات الظل القريبة منها وبالمثل تفعل الذرات المدركة منها والمشكلة للحائل. وهكذا.. كل المادة والعمليات الفيزيائية لها نفس البناء إذا كان الحائل المدرك هو عدسة عين الضفدعة فلا بد أن تكون هناك الكثير من عدسات الظل كل منها يمكنه أن يوقف فقط واحدة من نظائر الظل لكل فوتون. كل عدسة ظل تتفاعل فقط بقوة مع فوتونات الظل المتواصلة معها ومع ضفدعة الظل المتواصلة معها أيضًا.. وهكذا. وبكلمات أخرى العناصر تأخذ شكل تجمعات فى الأكوان المتوازية. هذه الأكوان متوازية بمعنى أنه فى كل كون منها

تتفاعل عناصره مع عناصر الآخر بنفس الطريقة التى تتفاعل به فى الكون المدرك، ولكن كل كون منها يؤثر فى الآخرين بدرجة طفيفة عبر ظاهرة التداخل.

وهكذا نكون قد وصلنا إلى نتيجة لسلسلة التسبيب التى بدأت بالأشكال الغريبة للظلال وانتهت بالأكوان المتوازية. كل خطوة أخذت شكل التدليل على أن سلوك الأشياء التى نلاحظها لا يمكن تفسيره إلا من خلال سلوك أشياء لا نلاحظها على الرغم من أنها موجودة وأن لها خصائص محددة، وفى القلب من المناقشة هنا يبدو أن تداخل جسيما وحيدًا ينفى قطعيًا وبشكل غير ملتبس أن الكون المدرك وحده هو الموجود حولنا. ليس هناك ثمة جدل حول حقيقة أن مثل ظاهرة التداخل تلك تحدث بالفعل. ولكن فكرة الأكوان المتعددة لا تشيع إلا بين قلة من الفيزيائيين. لماذا؟

الإجابة - للأسف - لا تعكس بالضبط وجهة نظر الأغلبية، ولدى الكثير لقوله عن ذلك فى الفصل ١٣، ولكن دعنى الآن أشير إلى أن المناقشة التى عرضتها فى هذا الفصل استهدفت هؤلاء الذين يبحثون عن التفسير. أما هؤلاء المكتفين بالتنبؤ والذين ليست لديهم رغبة فى فهم مخرجات التنبؤ التى أتت بها التجارب كيف جاءت وكيف تعمل، ربما يرغبون ببساطة فى إنكار وجود أى شىء خلاف ما وصفته بأنه خواص مدركة. بعض الناس كالذرائعيين والوضعيين يتخذون هذا المنحى من التفكير كمبدأ فلسفى. لقد سقت بالفعل ما أراه بالنسبة لهذه المبادئ ، وأيضًا سبب ذلك. أناس آخرون يرفضون مجرد التفكير فى الأمر. وبعد هذا كله فهى نتيجة عظمى وأيضًا محيِّرة لدى سماعها لأول مرة ولكنى أعتقد أن هؤلاء الناس يرتكبون غلطة. لأننى أريد أن أدفع القراء - الذى يصبرون معى - إلى أن فهم العوامل المتعددة هو شرط أوّلى لفهم الحقيقة بأفضل ما يمكننا. مهما كان قول ذلك يشكل شيئًا مروعًا أو ضاريًا للبحث عن الصدق، حتى لو كان غير متساغٍ عقليًا (ولو أننى آمل أن اتخذ هذا المسلك لو اضطرنى الأمر). الأمر بالعكس لأن الخلوص بوجهة نظر عن العالم هو أمر متكامل وله معنى بكثير من الطرق عن أى وجهة نظر مسبقة عن العالم، وبالتأكيد أكثر من

مجرد النظرة الكلبية (المتشككة فى الدوافع البشرية) البراجماتية التى عادة فى أيامنا هذه ما يُناب إليها أو يعتمد عليها العلماء فى تكوين وجهة نظر عن العالم.

لماذا لا يمكننا فقط أن نقول: هذه الفوتونات تبدو كما لو أنها تتفاعل مع كيانات غير متطورة، لماذا لا نتركها عند هذا الحد؟ ولماذا نضطر للذهاب لأبعد من ذلك، كما أن هذه الكيانات غير المتطورة موجودة بالفعل؟ هكذا يتساءل بعض الفيزيائيين. وثمة وجهة نظر غريبة على ما يجب أن تكون عليه الفكرة الأساسية إذ تقول: "هذا الفوتون المدرك حقيقى، أما فوتون الظل فهو غير ذلك أو بالكاد هو طريقة تسمح للفوتون الحقيقى أن يتصرف على نحو ما يمكنه أن يفعل ولكنه لا يفعل.

وهكذا فالنظرية الكمية هى حول التفاعلات بين ما هو "حقيقى" وما هو "ممكن". وهذا على الأقل يبدو عميقًا على نحو ما. ولكن هؤلاء الذين يأخذون بأى من وجهات النظر هذه ومن بينهم بعض العلماء البارزين هم الذين يجب أن يعلموا كيف تتنوع وتتسع الهنات أو الزلات أو الانحرافات الفكرية فى هذه النقطة أو فى هذا "المامبوجامبو" Mum bo - Jumbo (نشاط معقد يقصد به التشويش والإدعاء بما هو غير حقيقى) حول ذات النقطة. لذا دعنا نحتفظ برؤوسنا باردة. الواقع المفتاح أو الحقيقة الدامغة هى أن الفوتون الفعلى المدرك يسلك طُرقًا مختلفة نتيجة لوجود أشياء فى الممرات المفتوحة أمامه فى مكان ما فى الأجهزة تسافر أو يرتحل فيها وفجأة يعترض طريق هذا الفوتون المدرك: شىء ما يسافر عبر هذه الممرات ورفض تسميته بأنه حقيقى هو مجرد لعب بالألفاظ. "الممكن" لا يمكن أن يتفاعل مع "الحقيقى": الكيانات غير الموجودة لا تسبب انحراف الكيانات الموجودة عن مسارها. إذا انحرف فوتون عن مساره فلا بد أن شيئًا قد تسبب فى هذا الانحراف. وهو الشىء الذى سميته "فوتون الظل". وإعطائه اسما لا يعنى أنه حقيقى، ولا يمكن أن يكون صادقًا إلا فى واقعة فعلية مثل وصول وانحراف فوتون مدرك، وإلا لكان السبب فى ذلك واقعة متخيلة أو كأن نقول: "ما كان يمكن أن يفعله الفوتون ولكنه لم يفعل". إن ما يحدث فعلا

هو الذى يتسبب فى أن شيئًا يحدث بالفعل. إن الحركات المعقدة لفوتونات الظل فى تجارب التداخل ليست إلا إمكانيات لما كانت قد حدثت بالفعل وإذن لما كانت ظاهرة التداخل لتقع بدورها.

السبب فى أن تأثيرات التداخل هى فى العادة ضعيفة ومن الصعب استكشافها يمكن وجوده فى قوانين ميكانيكا الكم التى تحكمها. وثمة نتيجتان متميزتان لهذه القوانين تتصل بهذا الأمر. الأول أن كل جسيم دون ذرى له ما يناظره فى الأكوان الأخرى وأنه يتداخل فقط مع أولئك اللائى يناظرونه. إنه لا يتأثر مباشرة مع أى جسيمات أخرى فى تلك الأكوان. ولذلك فالتداخل لا يلاحظ إلا فقط فى أحوال تكون فيها ممرات الجسيمات وظلالها كما لو أنها تنفصل ومن ثم تنضم (كما لو أن الفوتون المدرك وفوتون الظل يكونان متجهين لنفس النقطة على الشاشة). حتى التوقيت لا بد أن يكون صحيحًا لو أن أحدًا من الممرين يتسبب فى تأخر فوتون عن الآخر فإن ذلك ينتقص من التداخل أو يمنع حدوثه. والنتيجة الثانية أن استكشاف التداخل بين أى كونين يتطلب أن يقع تفاعلا بين كل الجسيمات التى يكون موضعها أو صفاتها الأخرى غير متطابقة فى الكونين. من الناحية العملية فإن هذا يعنى أن التداخل يكون قويًا بدرجة كافية لاستكشافه فقط بين الأكوان المتماثلة جدًا. على سبيل المثال ففى كل التجارب التى وصفتها تختلف الأكوان المتداخلة فقط فى وضع فوتون واحد. إذا أثر فوتون على سير عناصر أخرى، وخاصة لو كان ملحوظًا، فإن هذه العناصر أو المُلاحظ نفسه سوف يكونون مختلفين أيضًا فى الأكوان المختلفة. ولو الأمر كذلك فإنه يستتبع أن التداخل يتضمن أن الفوتون يصبح غير قابل للاستكشاف فى الواقع العملى لأن التفاعل الضرورى بين كل العناصر المتأثرة سيكون معقدًا جدًا لدرجة لا يسهل معها إدارته. لا بد أن أشير هنا أن الجملة المثالية لوصف هذه الحقيقة هى: "الملاحظة تهدم التداخل" عند صياغتها على هذا النحو تعتبر مخادعة لأسباب ثلاثة. أولها أنها تقترح نوعا من التأثير النفسى التحليلى على الملاحظ اليقظ عن ظواهر

فيزيائية أساسية بينما لا يوجد مثل هذا التأثير. الثانى أن التداخل لم يُدمّر أو يُهدم. إنه من الصعب كثيرا ملاحظته لأن هذه الملاحظة تتعلق بالتحكم فى السلوك المحدد لعناصر كثيرة أخرى. والثالث أنها ليست مجرد ملاحظة لكن أى تأثير للفوتون على ما يحيط به يعتمد على أى من المسارات سيسلكها فى ترحاله، فهذا ما يتسبب فى هذا التأثير.

لفائدة القارئ الذى ربما قد رأى استخدامات أخرى لميكانيكا الكم، فلا بد أن أقيم علاقة - وباختصار - بالمناقشة التى عرضتها فى هذا الفصل وبين الطريقة التى يقدم بها الموضوع عادة. ربما لأن التحدى بدأ بين الفيزيائيين النظريين لأن نقطة البداية فى عرض الموضوع هى النظرية الكمية ذاتها. أحدهم وضع النظرية على نحو حذر بقدر ما استطاع، وأخر حاول فهم ما تقوله لنا النظرية عن الحقيقة. ذلك هو الاقتراب الممكن إذا كان المرء راغبًا فى فهم التفاصيل النهائية للظاهرة الكمية. ولكن بالنظر إلى أن الأمر يتعلق بكون واحد أو أكوان متعددة فهو اقتراب غير ضرورى فضلا عن تعقيده. وهو السبب الذى جعلنى لا أتبعه فى هذا الفصل وحتى أننى لم أبرز أى من أساسيات أو دعاوى النظرية الكمية. لقد أوضحت فقط بعض الظواهر الفيزيائية ووصلت لبعض النتائج التى لا مهرب منها. ولو أن المرء بدأ من النظرية فثمة أمرين يؤكد عليهما الظل. الأول أن النظرية الكمية لا منافس لها فى قابليتها للتنبؤ بنتائج التجارب حتى لو استخدم أيهم معادلاتها - وهو مغمض العينين - دون التعويل كثيراً على ماذا تعنيه هذه المعادلات. والثانى أن النظرية الكمية تقول لنا شيئًا جديداً وغريبًا أو عجيبًا حول طبيعة الحقيقة. الجدل هو فقط حول ما يعنيه ذلك. كان الفيزيائى هيو إيفريت(*) Hugh Everett هو أول من فهم بوضوح (فى عام ١٩٥٧ أى بعد حوالى ثلاثين عاما من صيرورة النظرية أساسًا للفيزياء الجزيئية). إن النظرية الكمية تصف

(*) هيو إيفريت Hugh Everett، اقترح عام ١٩٥٧ أنه عند قياس نظام ما، وعندما تكون الموجة وقتئذ خليطًا من حالات متعددة، فإن التماثلات الكونية فى عدد حتى من الأكوان غير المتفاعلة مع بعضها، تجعل نتائج القياس تحدث ولكن فى كون أخر. (المترجم)

تعددا فى الأكوان. منذئذ أصبحت المناقشة حول ما إذا كانت النظرية تقبل أى تأويلات أو تفسيرات أخرى (أو إعادة التأويل، أو إعادة التشكيل، أو إصلاحات لتعديلها.. إلخ..) حتى يمكن أن تصف كونًا واحدا ولكن تستمر تتنبأ بصحة عن مخرجات التجارب وبكلمات أخرى هل قبولنا بتنبؤات النظرية الكمية يجبرنا على قبول الأكوان المتوازية؟

يبدو لى أن هذا التساؤل وبالتالى كل التحدى الغالب فى هذا الأمر هو توجه خاطئ. معترفا أنه من الصحيح والمناسب للفيزيائيين النظريين - وأنا منهم - أن يخلصوا فى بذل جهد كبير لفهم شكل بناء النظرية الكمية، على ألا يكون ذلك على حساب فقدنا للموضوع الأساسى الذى نتغيّاه وهو فهم الحقيقة. حتى لو كانت تنبؤات النظرية الكمية يمكنها - على نحو ما - ألا تشير إلا إلى كون واحد، فالفوتونات المنفردة ستظل حاضنة لفوتونات ظل بالطريقة التى وصفتها. وبدون معرفة أى شىء عن النظرية الكمية فإن المرء يمكنه أن يرى أن هذه الظلال لا يمكنها أن تكون نتيجة لتاريخ منفرد للفوتون وهو يرتحل من البطارية إلى عين الملاحظ.إنها تستعصى على أى تفسير فى كلمات من قبلَ أننا لا نرى سوى الفوتون فقط. أو أن كونا واحدًا هو الذى نراه. ولذلك إذا وُجدت أحسن نظرية متاحة للفيزياء وكانت لا تشير إلى أكوان متوازية فمعنى هذا أننا بحاجة إلى نظرية أفضل منها تشير إلى أكوان متوازية حتى تفسر لنا ما نراه.

إذن هل يجبرنا قبول تنبؤات النظرية الكمية على قبول وجود الأكوان المتعددة؟ ليس الأمر كذلك فى قول كهذا. يمكننا أن نعيد تفسير أى نظرية على طريقة الذرائعيين دون حاجة لأن تجبرنا على أى شىء عن الحقيقة. ولكن هذا خارج الموضوع. وكما قلت توا أننا لسنا بحاجة لنظريات متعمقة لتحدثنا بشىء عن وجود الأكوان المتوازية فظاهرة التداخل لجسيم واحد تخبرنا بذلك. ما نحتاجه هو نظريات عميقة لتفسر لنا وتتنبأ عن مثل هذه الظاهرة. لتقول لنا على أى شكل تكون عليه هذه الأكوان الأخرى،

وأى قوانين هى التى تطيعها، وكيف يؤثر كل منها على الآخر، وكيف يتناسب كل هذا مع الأساس النظرى للموضوعات الأخرى؟ وهذا ما تفعله النظرية الكمية. النظرية الكمية عن الأكوان المتوازية ليست هى المشكلة وإنما هى الحل. إنها ليست مثيرة للمشاكل وليست تفسيرًا محتملاً يبرز من بين اعتبارات نظرية ملغزة. إنها التفسير الوحيد الممكن الدفاع عنه عن حقيقة العناصر المتناظرة والملحوظة.

حتى هذا الحد كنت قد استخدمت مصطلحا - بصفة مؤقتة - يقترح أن أحدا من الأكوان المتوازية يختلف عن الآخرين بكونه "مُدركا" حان الوقت للفصل بين هذه الحلقة الأخيرة وبين النظرة الكلاسيكية عن مفهوم الكون الواحد عن الحقيقة. دعنا نعود لضفدعنا. لقد رأينا فى قصة هذه الضفدعة التى تحلق عن بعد من البطارية لعدة أيام فى المرة الواحدة منتظرة للومض الذى يصلها بمعدل مرة فى اليوم، ليست هى كل القصة، لأنه لا بد من أن هناك ضفادع ظل فى أكوان الظل التى توجد فى مقابل الكون المدرك، وتنتظر أيضًا وصول الفوتونات. افترض أن ضفدعنا مدرّبة على أن تقفز كلما رأت وميضا. فى بداية التجربة فإن الضفدعة المدركة سيكون لديها مجموعات كبيرة من ضفادع الظل. كلها مبدئيا متشابهة ولكن بعد ذلك بقليل لن تكون كذلك. إذ إنه من المستبعد أن ترى أى فوتونًا على الفور. ولكن الحدث النادر فى أى كون واحد. يصبح من قبيل الأحداث العادية إذا نظرنا إلى جميع الأكوان ، وهكذا فى لحظة ما فى مكان ما من متعدد الأكوان ثمة أكوان قليلة يكون فيها أحد الفوتونات بالصدفة مصطدمًا بعدسة عين ضفدعه فى هذا الكون. وهذه الضفدعة تقفز.

لماذا تقفز الضفدعة بالضبط؟ لأن فى هذا الكون التى هى فيه تطيع قوانين الفيزياء كما تفعل الضفدعة المدركة، وعدسة عينها "الظل" قد اصطدم بها أحد فوتونات "الظل" الذى تخص هذا الكون. واحد من جزئيات حساسية الضوء "الظل" فى شبكية العين "الظل" هذه قد استجاب من خلال عمليات كيميائية فى هذه العين "الظل" والتى

بناء عليها استجاب العصب البصرى فيها. ونقل الرسالة إلى مخ الضفدعة "الظل"، وتبعًا لذلك تكون الضفدعة قد خبرت الإحساس برؤية الومض.

هل أقول: "الإحساس" "الظل" لرؤية الومض"؟ بالتأكيد لا. عندما يكون الملاحظون حقيقيين سواء أكانوا ضفادع أو بشرًا فإن إحساسهم لا بد أن يكون حقيقة أيضًا. وعندما يلاحظون ما قد نسميه أى موضوع "ظل" فإنهم يرون أنه مدرك. أنهم يلاحظون ذلك بنفس الوسائل، وبنفس التنوع الذى نصف به ما نرى أنه موجود بالكون المدرك. القابلية لأن يكون الشىء مدركًا لها صلة بالملاحظين أنفسهم.هكذا فإنه من الناحية الموضوعية لا يوجد نوعان من الفوتونات نوع "مدرك" ونوع "ظل" ولا نوعان من الضفادع ولا نوعان من الأكوان بعضها مدرك والآخرين "ظل". لا شىء من هذا فى الوصف الذى أطلقته على تشكل الظل ولا أى من الظواهر المتصلة به ما يميز بين الأشياء "المدركة" و"الظلية" فيما عدا الإصرار على أن واحدة من النسختين هى من قبيل "المدركة". عندما قدمت "المدرك" و"الظل" ميّزت بوضوح بين القول بأننا نرى الأول ولا نرى الثانى. ولكن من "نحن"؟ بينما أكتب هذا فإن مضيفين من نظائرى "الظل" كانوا يكتبون أيضًا. هم ميزوا أيضًا بين المدرك والظل من الفوتونات بينما التى أسموها "المدرك" هم أولئك الذين أسميتهم "الظل".

ليس من بين النسخ لأى موضوع ما له ميزة فى وضعيته من مسألة شرح الظلال أكثر مما أوضحته توا، أى أكثر من ميزة أوضاعها التى أمدتنا بها رياضيات ميكانيكا الكم. ربما أميل بشكل شخصى إلى التمييز بين النسخ بأن أحدها مدرك لأننى أفهم ذاتى مباشرة، ولا أفهم الآخرين، ولكننى بمصطلحات الحقيقة أن الآخرين يشعرون كذلك بالنسبة لأنفسهم.

كثير من هؤلاء المضيفين "الظل" لشخصى يكتبون نفس هذه الكلمات فى اللحظة نفسها. بعضهم قد وضعها بصورة أفضل. والبعض الآخر قد ذهب لشرب فنجانًا من الشاى.

اصطلاحات :

فوتون: Photon	جسيم الضوء
مدرك/ ظل: Shadow/tangible	من أجل الشرح فى هذا الفصل فقط، أسميت العناصر فى هذا الكون "مدركة" أما العناصر فى الأكوان الأخرى عناصر "ظل".
متعدد الأكوان: Multiverse	عالم الحقيقة الفيزيقية بأكمله والذى يحتوى على أكوان متوازية .
أكوان متوازية: Parallel universes	التوازى بمعنى أنه فى كل منها تتفاعل العناصر مع بعضها كما تفعل فى الكون المدرك، إلا أن كل منها يؤثر فى الآخر بطريقة ضعيفة من خلال ظاهرة التداخل.
النظرية الكمية: Quantum Theory	نظرية فيزياء التعدد الكونى .
التكميم: Quantization	هى خاصية امتلاك أعداد متميزة ومتفرقة من القيم ممكنة وليست قيمًا مستمرة ومتصلة وقد حصلت النظرية على اسمها من تأكيدها من أن كل الكميات القابلة للقياس هى مكممة. ولو أن معظم التأثيرات الكمية هى نفسها غير مكممة ولكنها متداخلة.
التداخل: Interference	تأثير الجسيم فى أحد الأكوان على نظيره فى كون آخر. تداخل الفوتون يمكن أن يتسبب فى أن الظلال تكون أكثر تعقيدًا عن مجرد كونها مجرد "سيلويت" للعوائق التى يرجع إليها السبب فى حدوثه.

الخلاصة :

فى تجارب التداخل هناك إمكان لنماذج الظلال أن تصبح مظلمة عندما تفتح فتحات جديدة فى الحائل مُطْلِقَةً الظل. هذا يبقى صادقًا حتى لو أجريت التجربة بواسطة جسيمات منفردة. سلسلة كاملة من التسبيب تقوم على الحقيقة التى تحكم إمكانية أن الكون الذى نراه حولنا هو منشئ الحقيقة بأكملها. فى الواقع كل حقيقة الفيزياء هى متعدد الأكوان الذى يشتمل على أكوان واسعة العدد من الأكوان المتوازية.

فيزياء الكم هى واحدة من الأفرع الأربعة الرئيسية للتفسير. الفرع الثانى هو المعرفة: نظرية المعرفة.

الفصل الثالث

حل المعضلات

لا أدرى أيهما أغرب: هل هو السلوك الذى تتخذه الظلال نفسها، أم ما تدفعنا إليه تأملاتنا فى بعض نماذج الضوء والظلال من تعديل وتغيير مفهومنا وبطريقة جذرية عن بناء الحقيقة. الجدل الذى سقته وعبرت عنه فى الفصل السابق، وبرغم أنه خلافى ومثير للجدل، هو فى حد ذاته مثال نموذجى لجزء من العلم والذى يتعلق بالتسبيب العلمى أى ما يجعل أى أمر معقولا.

وهذا ما يجعل الأمر يستحق أن ننظر مليًا فى طبيعة هذا التسبيب الذى هو بطبيعته يمثل ظاهره طبيعية تدهشنا ومليئة بالتفرعات والتشعبات كما هو حال فيزياء الظلال.

وإلى هؤلاء الذين يطمحون أو يتطلعون للحقيقة أكثر من بحثهم عن بناء شعرى وإنشائى للحقيقة، فقد يبدو الأمر بعيدًا عن التناسب والتناغم، وحتى غير عادل، أن يستتبع مجرد تواجد هذا الشعاع الرفيع من الضوء هنا بدلاً من هناك مثل هذه الحقيقة الخطيرة والهامة. ولكن هذا هو ما يحدث بالفعل وهى المرة الأولى أيضًا، بكل معنى من المعانى، التى يحدث فيها مثل هذا فى تاريخ العلم. وفى ظل هذا المعنى المهيب فإن اكتشاف وجود أكوان أخرى هو مما يذكرنا باكتشاف وجود كواكب أخرى فى المراحل المبكرة من علوم الفلك. من قبل أرسلنا مجسّات (مسبارات) إلى القمر وكواكب أخرى وقد أتت كل معلوماتنا من خلال بقع من الضوء (أو إشعاعات أخرى) تمّت ملاحظتها (تلك البقع والإشعاعات) فى موقع محدد دون الآخر. خذ فى اعتبارك كيف كان التعريف الأصلى لحقيقة أن الكواكب ليست نجومًا وكيف تم اكتشافه. مراقبة السماء ليلا تظهر لنا - ولعدة ساعات - أن النجوم تتعاقب حول نقاط معينة فى السماء. إنها تتعاقب بصرامة فى مواقع ثابتة بالنسبة لزميلاتها الأخريات. والتفسير التقليدى لذلك كان أن السماء الليلية عبارة عن أفق سماوى (أو إلهى) يتعاقب حول الأرض الثابتة فى موقعها وأن هذه النجوم إما ثقوب فى هذا الأفق أو توهجات للأجزاء

الشفافة أو البللورية التى تتخلل هذا الأفق. ومع هذا فمن بين آلاف النقاط من الضوء البادية فى السماء للعين البشرية المجردة توجد حفنة من الأضواء المتلألئة التى عبر الأطول من المدد لا تبدو ثابتة تمامًا فى الأفق بل تتجول فى السماء على شكل حركات معقدة. وقد اكتسبت اسم الكواكب من الكلمة الإغريقية التى تعني: التجول. وهذا التجوال بالذات هو الذى جعل تفسير الأفق السماوى يبدو وكأنه غير ملائم.

التفسير الناجح لحركة الكواكب لعب دورًا هامًا فى تاريخ العلم. نظرية مركزية الشمس "لكوبر نيقوس" وضعت الأرض والكواكب فى مسار دائرى حول الشمس. كما اكتشف "كبلر" أن هذه المدارات من قبيل "القطع الناقص" أكثر منها دوائر. كما شرح نيوتن(*) هذه القطوع الناقصة من خلاله قانونه عن "التربيع العكسى" فى قوى الجاذبية، واستخدمت نظريته تلك فيما بعد فى التنبؤ بأن الجاذبية المتبادلة للكواكب قد تسبب بعض الانحرافات الصغيرة فى مسارات القطع الناقص ذاك. وملاحظات هذه الانحرافات أدى عام ١٨٤٦ إلى اكتشاف كوكب جديد، نبتون، وكان واحدًا من بين اكتشافات عديدة جميعها تؤيد على نحو مثير للإعجاب والعجب صحة نظرية نيوتن. ومع ذلك أعطتنا النظرية العامة للنسبية التى وضعها آينشتاين بعد ذلك بعدة عقود، مفهومًا أساسيًا مختلفًا عن الجاذبية عبر مصطلحات انحناء الزمان والمكان وبالتالى تنبأنا قليلاً بمزيد من التحركات مرة ثانية. على سبيل المثال تنبأت هذه النظرية بشكل صحيح بأن الكوكب عطارد، يندفع كل سنة بحوالى عشرة آلاف درجة بعيدا عن الموقع

(*) أسحق نيوتن Isaac Newton (١٦٤٢ – ١٧٢٧) عالم ورياضى إنجليزى هو الأشهر على مستوى العالم بعد رحيل جاليليو، وفضلاً عن قانون الجاذبية تتركز إنجازاته فى الرياضيات وعلوم البصر والفيزياء وهى الأعمال التى مهدت الطريق للعلم الحديث وفَجَّرَت ثورة علمية، تلقى علومه فى كلية ترينتى وجامعة كامبريدج التى عاش فيها من ١٦٦١ إلى عام ١٦٩٦ وقدم فى أثنائها معظم أعماله الرياضية كاكتشاف طريقة لحساب الأعداد الصحيحة وقدم مع ليبنز حسابات التفاصيل كما أوجد صيغة للبحث عن سرعة الضوء والغاز والتى صححها لابلاس من بعده. (المترجم)

الذى حددته لنا نظرية نيوتن. كما تضمنت أيضًا أن أضواء النجوم التى تمر بالقرب من الشمس تنحرف ضعفين بتأثير الجاذبية أكثر مما تنبأت به نظرية نيوتن. وملاحظة هذه الانحناءات بمعرفة "أرثر إيد نجتون"(*) Arthur Eddington عام ١٩١٩ تعتبر الوقت الذى يؤرخ نهاية وجهة النظر النيوتونية للعالم كمعتقد عقلى قابل للدفاع عنه (وللسخرية فإن إعادة التقويم لتصحيح تجارب إدنجتون ذهبت إلى أن هذه التجارب قد تكون أجريت قبل أوانها أو مبتسرة). التجربة التى تكرر إجراؤها بمزيد من الصحة بما فيها قياس مواقع البقع (صورة النجوم القريبة من الشمس أثناء كسوفها) فوق شريحة معدة لذلك.

مع تواتر صحة التنبؤات الفلكية توارت الفروق بين تنبؤات النظريات الناجحة عن مظهر السماء فى الليل. حتى أنه تم اعتماد تلسكوبات أكثر قوة وأدوات قياس أنشئت لرصد تلك الفروق. ومع ذلك لم تتقارب تفسيرات هذه التنبؤات. وعلى العكس، كما أوضحت، ثمة نجاحات ثورية لبعض التغييرات. تلك الملاحظات التى كان لها تأثير فيزيائى قليل أجبرتنا على إحداث تغييرات فى وجهة نظرنا عن العالم. ولهذا يبدو أننا نستنتج نتائج مهمة من خلال دلائل هزيلة أو قليلة. ما الذى يحكم على هذه الاستدلالات؟ هل يمكن التأكد أنه بمجرد أن نجم ما قد تحرك على نحو ميلليمترى على الشريحة المصورة لإدينجتون يعنى أن الزمان والمكان ينحنيان؟ أو أن مسبارًا فوتوغرافيًا فى موقع معين لم يسجل أى إشارة فى الضوء الضعيف يعنى وجود عوالم متوازية؟

(*) "أرثر ستانلى إيدنجتون" Arthur Stanley Eddington (١٨٨٢ - ١٩٤٤) فيزيائى وفلكى إنجليزى حدد فى بواكير القرن العشرين أن حد السطوع التى يمكن أن تنعكس عن إشعاع موجه لشىء مدمج لا يمكنه أن يتعاظم إلا لدرجة معينة، وهو الحد الذى سُمىَ شرفيًا باسمه. وهو مشهور أيضًا بعمله المتعلق بالنسبية فى مجال الجاذبية. (المترجم)

بالطبع ما أشرت إليه الآن يوضح مدى هشاشة وعدم مباشرة كل الدلائل الناتجة عن التجربة. لأننا لا يمكن أن ندرك أو نفهم النجــوم أو (الشــمس) أو أى موضـــوع أو أحداث خارجية من خلال الشرائح الزجاجية أو المعدنية. إننا نرى الأشياء عندما تظهر صورها على عدسات عيوننا، ولا نفهم هذه الصور إلا عندما توقظ نبضات كهربية فى أعصابنا وتستقبل أدمغتنا هذه الومضات وتفسرها. وعلى ذلك فإن الدليل الفيزيائى الذى يسيطر علينا ويتسبب فى أن نتبنى نظرية أو وجهة نظر حول العالم عن أخرى غيرها: هو أقل من ميللميترى: يقاس عبر أجزاء من الألف من الميللميتر (انفصال الأوتار العصبية فى العصب البصرى) وعبر مئات الفولتات (جمع فولت): (التغير المتوقع فى الجهد الكهربى فى أعصابنا الذى يؤدى إلى الفرق بين فهمنا لشىء عن فهمنا لشىء آخر).

ومع ذلك نحن لا نوائم معانى متساوية لكل حساسياتنا العاطفية. فى التجارب العلمية نحن نذهب إلى آماد بعيدة لنجلب إلى مفاهيمنا عن الحقيقة الخارجية المعانى أو الأفكار التى قد تساعدنا فى التفرقة بين النظريات المتنافسة والتى ندخلها فى اعتبارنا. قبل أن نجرى أية ملاحظة لأمر ما فنحن نقرر بحذر وعناية أين ومتى ننظر، وما الذى ننظر إليه. وعادة ما نستخدم أدوات خاصة معقدة أنشأناها لمثل هذه الأغراض، آلات مثل التلسكويات ومكبرات الصور (أضعاف كثيرة من المرات). ولكن مهما كانت هذه الأدوات مميزة ومهما كانت الأسباب الخارجية الجوهرية والملموسة التى نسبنا إليها قراءاتها، فإننا نفهم تلك القراءات بشكل حصرى عبر أدواتنا للحس. وليس ثمة مهرب من حقيقة أننا بشر ومخلوقات صغيرة لديها القليل من القنوات غير الكاملة وغير الدقيقة التى من خلالها نستقبل كل معلوماتنا عن العالم الخارجى عن أبداننا. نحن نؤول أو نفسر هذه المعلومات كدلائل على الكون الخارجى الكبير والمعقد (أو الأكوان المتعددة). ولكن عندما نزن تلك الدلائل نكون حرفيًا مجرد متفكرين ومتأملين للنماذج عبر تيار كهربى ضعيف يمر فى أدمغتنا.

ما الذى يُقوِّم تفسيراتنا أو تأويلاتنا التى نستخرجها من هذه النماذج؟ بالطبع ليس الاستقراء المنطقى. ليست هناك طريقة لإثبات أن الكون الخارجى أو متعدد الأكوان موجودين على الإطلاق من خلال ملاحظاتنا لتلك النماذج أو أية ملاحظات أخرى. ولندع جانبا التيارات الكهربية التى تتلقاها أدمغتنا لأن تكون ذات صلة خاصة بهذا الأمر. ربما أن أى شىء نتلقاه أو كل شىء هو وهم أو حلم. والأحلام والأوهام هى شىء شائع. الأنانة(*) (النظرية التى تقول بأن لا شىء له وجود سوى الأنا) والتى تقرر أنه لا وجود سوى عقل واحد وأن كل ما يبدو لنا وكأنه حقيقة خارجية ليس إلا حلما يأخذ طريقه إلى العقل وهو مما لا يمكن عدم إثباته منطقيا، والحقيقة لا تشمل إلا شخصًا واحدًا، يفترض أنه أنت، يحلم بتجاربه وخبراته على مدى الحياة. وربما تشملنى أنا وأنت، أو ربما كوكب الأرض ومن يسكنونه. وإذا كنا نحلم بالدلائل - أية أدلة - على وجود الأناس الآخرين، أو أى كواكب أخرى أو أكوان أخرى فإن هذا لا يثبت أى شىء عن عدد هؤلاء الآخرين وكم يكون بالفعل.

ولما كانت نظرية الأنانة وعدد غير محدود من النظريات ذات العلاقة، تنشئ رابطة بين المنطق وتلقيك أية ملاحظات ممكنة عن الدلائل فهذا يستتبع أنه لا يمكنك أن تستدل على أى شىء منطقى من هذه الدلائل الناتجة عن الملاحظة. كيف إذن يمكننى القول أن ملاحظة سلوك الظلال تلغى نظرية الكون الواحد، أو أن ملاحظاتنا على كسوف الشمس أو خسوف القمر تدمغ النظرة النيوتونية العقلانية عن العالم بأنها غير قابلة للدفاع عنها؟ كيف يكون ذلك؟ إذا لم تكن عبارة "تلغى" لا تعنى "عدم البرهنة" فما الذى

(*) الأنانة Solipsism كان الفيزيائى الفرنسى كلود برونيه Claude Brunet (القرن ١٧) من أكثر المنادين بهذه الفلسفة الأخلاقية وعلى نحو جذرى والتى تعتبر تشكلاً متشدداً للموضوعية المثالية حيث ترى أن الفعل الإنسانى ليست له أى صلاحية للاعتقاد فى وجود أى شىء سوى وجوده ذاته، وذلك كمحاولة لحل مشكلة معرفة المرء بالعالم الخارجى. (المترجم)

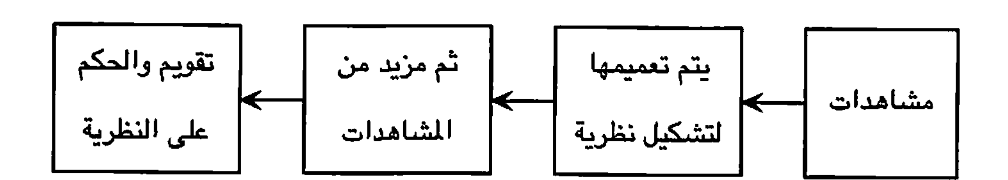
تعنيه؟ لماذا نشعر أننا مجبرون على تغيير نظرتنا عن العالم أو أى رأى آخر لنا بناء على شىء غير قابل للحكم له أو عليه فى إطار هذا المعنى؟

هذا النوع من النقد من شأنه أن يحيط العلم بأكمله بشكوك عديدة، وكذلك أى عملية تسبيب أو تعقيل للحقيقة الخارجية التى تغرى باستنتاج أدلة من خلال الملاحظة. وإذا لم يخضع التسبيب العلمى لتوابع الاستقراء المنطقى، لأى شىء سيخضع إذن؟ لماذا يكون علينا أن نقبل نتائجه؟

هذا هو ما يعرف بـ "مشكلة الاستقراء، ويأتى الاسم مما كان سائدًا معظم تاريخ العلم عن كيف يعمل العلم. النظرية القائلة بأنه توجد ثمة براهين رياضية قصيرة، تقويم أقل ولكنه يستحق أخذه فى الاعتبار، يسمى "الاستقراء" هذا الاستقراء كان من ناحية متساوقا مع التقويم التام المفترض الذى يمدنا به "الاستدلال" أو الاستنتاج، ومن الناحية الأخرى كان وسيلة ضعيفة فلسفيًا مفترضة أو كشكل من الحدوس للتسبيب ومن دون أية دلائل ملاحظة يمكن أن تساندها. إن النظرية الاستقرائية للمعرفة العلمية تلعب فيها "الملاحظة" دورين الأول فى اكتشاف النظريات العلمية والثانى يتمثل فى تقويمها. ويفترض أن اكتشاف هذه النظرية جاء من تتبع الملاحظات أو تعميم نتائجها. إذن لو تطابقت أعداد كبيرة من الملاحظات مع النظرية وأى منها لم يختلف عنها فعلا أو احتماليًا فإنه يصبح قابلاً للتصديق والاعتماد عليه. ومخطط هذه الفكرة يوضحه الشكل (٣-١).

التحليل الاستقرائى لمناقشتى عن الظلال من المحتمل أن يأخذ الشكل التالى: لقد صنفنا سلسلة من الملاحظات حول الظلال، ورأينا ظاهرة التداخل (مرحلة أولى). النتائج تتطابق مع أنه ينتظر أو يتوقع عن ما إذا كانت هناك أكوان متوازية يؤثر كل منها فى الآخر. وإن لم يلحظ أحد ذلك. (مرحلة ثانية) وأخيرًا فإن هناك من عمم بأن التداخل سوف يكون دائمًا ملحوظًا تحت ظروف معينة، وبالتالى يستنتج أن نظرية

الأكوان المتوازية هى المسئولة عن ذلك ومع مزيد من الملاحظات عن التداخل (مرحلة ثالثة) سنصبح مقتنعين أكثر بالنظرية. بعد عدة توابع طويلة لمثل هذه الملاحظات، بالإضافة لأن أيًا منها لا يتعارض مع النظرية، ننتهى (مرحلة رابعة) إلى أن النظرية صادقة. وحتى لو كنا غير متأكدين تمامًا فإننا لأسباب عملية سنكون مقتنعين. من الصعب أن نعرف من أين نبدأ نقد مفهوم الاستقراء فى العلم - إنه زائف من عدة نواحٍ، ربما أسوأ عيب، من وجهة نظرى، هو بحث إطلاق أن التعميم فى التنبؤ يتساوى مع أى نظرية جديدة. وكأى نظرية علمية لها مثل هذا العمق فإن نظرية وجود أكوان متوازية ليس لها - ببساطة - شكل التعميم من خلال الملاحظات. هل لاحظنا أولاً كونا وحيدًا ثم لاحظنا بعده كونا ثانيًا ثم ثالثًا، ومن ثم استنتجنا أن هناك تريليون كون منهم؟ هل التعميم بأن الكواكب ستتجول حول السماء فى نموذج دون الآخر مساو للنظرية القائلة بأن الكواكب هى عوالم تدور فى مدار حول الشمس، وأن الأرض واحدة منها؟ ليس صحيحا أن تكرار الملاحظات مرة بعد الأخرى هو الوسيلة التى تجعلنا مقتنعين بالنظريات العلمية. كما قلت النظريات هى تفسيرات وشروح وليست فقط تنبؤات. وإذا لم يقبل المرء تفسير ما تقترحه مجموعة الملاحظات فإن تكرار الملاحظات نادرًا ما يكون الوسيلة الشرعية المعتبرة للتفسير وبدرجة أقل فإنها لا تساعدنا فى إنشاء تفسيرٍ مُرضٍ حين لا نستطيع التفكير فى أى تفسير آخر على الإطلاق.



(شكل ٣- ١) مخطط عملية الاستقراء

والأكثر من ذلك أن مجرد التنبؤ لا يمكن تقويمه من خلال الأدلة التى تسفر عنها الملاحظة، كما أوضح برتراند رسل(*) Bertrand Russell فى قصته عن "الدجاجة" (ولتجنب أى نوع من سوء الفهم فهذه "الدجاجة" نوع من الاستعارة المجازية عن طريق تجسّدها فى شكل بشرى كإنسان يحاول فهم الأمور العادية فى الكون). الدجاجة لاحظت أن الفلاح يحضر كل يوم لوضع الغذاء لها. الاستقرائيون يعتقدون أن الدجاجة قد استدلت من ملاحظتها نظرية وفى كل مرة يقدم لها الغذاء تضيف تأكيداً جديداً لنظريتها. وبعدئذ قام الفلاح فى أحد الأيام بذبحها. التجربة المحبطة التى مرت بها دجاجة رسل تمّت تجربتها أيضا بمعرفة تريليونات من الدجاج مثلها. التقويم الاستقرائى يعنى أن الاستقراء لا يمكن أن يُقدِّم أية نتائج.

ومع ذلك فإن هذا الخط أو النوع من النقد لا يدع الاستقراء بعيدا إلا بدرجة قليلة، إنه فقط يوضح حقيقة أن الملاحظة لا يمكنها أن تقوم (تحكم على) النظريات، وإن فعلت ذلك فإنها بالتأكيد تفقد الهدف (أو تقبل) مزيد من سوء الفهم الأساسى بأن الاستقراء الاستدلالى عبر الملاحظة من الممكن أن يشكل نظرية. وفى الحقيقة هو أمر غير ممكن "الاستدلال عبر الملاحظة" ما لم يكن لدى المرء بالفعل إطار عام للتفسير. على سبيل المثال لكى تستدل دجاجة رسل على تنبؤها الزائف فيلزم أن يكون فى ذهنها أولاً تفسير زائف عن سلوك الفلاح. ربما تُخمِّن أن الفلاح يضمر مشاعر طيبة نحو الدجاج، أو أنه كان يحاول تسمينها بغرض الذبح فيما بعد وهنا كانت ستصل إلى

(*) برتراند رسل Bertrand Russell (١٨٧٢ - ١٩٧٠) فيلسوف إنجليزى ومنطقى ورياضى، وتتمحور حياته الفلسفية كلها على ثلاثة أهداف هى: ١- تأصيل ذرائع المعرفة البشرية فى أبسط تعبير عنها. ٢- إيجاد علاقة بين المنطق والرياضة باعتبار أن الرياضيات يمكن استنباطها من خلال عدد قليل من المبادئ المنطقية. ٣- إمكانية الاستدلال على أى شىء فى الكون من خلال وصفه الصحيح وذلك بتحليل اللغة إلى أقل متطلباتها وحقائقها الذرية.

كما كانت له حياة سياسية عريضة كمصلح وأخلاقى ومناصر للسلام معارضاً للحروب والنزاعات. (المترجم)

الاستدلال بطريقة مختلفة. افترض أن الفلاح بدأ فى أحد الأيام بإحضار مزيد من الطعام للدجاجة أكثر من المعتاد.

كيف للمرء أن يستدل من هذه الملاحظة الجديدة ويتنبأ عبرها عن السلوك المستقبلى له معتمدًا تمامًا على شرح سلوكه الحالى. طبقًا لفكرة أنه يحمل مشاعر متعاطفة مع الدجاج فربما تكون مشاعره تلك قد ازدادت وبالتالى فليس على الدجاج أن يقلق أكثر مما مضى: أما بالنسبة لفكرة "التسمين" فالدليل هنا يصبح منذرا بالسوء أنه الدليل على اقتراب عملية الذبح.

حقيقة أن دليل الملاحظة نفسه يمكن أن يدلنا على تنبؤين معياريين متعارضين طبقًا للتفسير الذى تبنيناه، ولا يمكنه أن يقوّم أى منهما، ليس تحديدا صدفويا لبيئة المزرعة: إنه حقيقى لكل الدلائل المستقاة من الملاحظة وتحت كل الظروف. الملاحظة لا يمكنها القيام بأى من الأدوار المنتظرة منها فى المشروع الاستقرائى، وحتى بخصوص مجرد التنبؤ، دع عنك النظريات العبقرية فى التفسير. وأنا أقر أن الاستقراء يقوم على نظرية الحس العام فى نمو المعرفة والتى تعلمناها بخبرتنا، وأنه تاريخيًا ساهم فى تحرير العالم من "الدوجما" (الجمود) والاستبداد. ولكننا لو أردنا فهم حقيقة طبيعة المعرفة، ومكانها فى نسيج الحقيقة، فلا بد أن نواجه حقيقة زيف الاستقراء جذورا وفروعًا. ليس ثمة تسبيبا علميًا ومن ثم لا تسبيب ناجح من أى نوع قد تَناسَب مع الوصف الاستقرائى.

ما هو إذن نموذج التسبيب العلمى والاكتشاف لقد رأينا أن الاستقراء وكل ما يتركز حول التنبؤ من نظريات المعرفة يقوم على سوء الفهم. ما نحتاج إليه هو نظرية معرفة تتركز حول التفسير، نظرية كيف يأتى التفسير لكى يصبح موجودًا وكيف نُقوِّم هذا الوجود، نظرية عن كيف ولماذا ومتى نسمح لمدركاتنا أن تغيّر وجهة نظرنا عن العالم. وعند امتلاكنا لمثل هذه النظرية لن نحتاج لنظرية منفصلة للتنبؤ. لأن وجود مثل هذه النظرية بما تحويه من تفسير للظواهر التى نلحظها لن تدع مجالاً لأى غموض أو

سر فى الحصول على التنبؤات. وإذا ما تم تقويم أى تفسير فإن التنبؤ الصادر عن نفس التفسير يكون قد قُوِّم بدوره هو الآخر وعلى نحو أوتوماتيكي. من حسن الحظ أن الشكل السائد لنظرية المعرفة العلمية بشكلها الحديث يرجع بدرجة كبيرة للفيلسوف كارل بوبر(*) Karl Popper (والتى هى واحدة من الأوتار الأربعة الرئيسية لتفسير نسيج الحقيقة) وهى التى يمكن النظر إليها كنظرية للشرح والتفسير فى هذا الإطار. إنها ترى العلم كعملية لحل المعضلات. الاستقراء من ناحية يرى قائمة ملاحظاتنا الماضية كنظرية ممثلة للهيكل العظمى أو ما يشبه ذلك، مفترضة أن العلم ليس إلا عملية لملء الفراغات فى النظرية من خلال "التوليد" و"الاستقراء". حل المعضلات يبدأ بالفعل بنظرية قد تكون غير ملائمة ولكن ليس بنظرية أفكار أو انطباعات شخصية تشتمل على مجموعة ملاحظاتنا السابقة. إنها تبدأ بأحسن النظريات القائمة. وعما إذا بدت إحدى هذه النظريات غير ملائمة لنا وأننا نحتاج لنظريات جديدة. هذا هو الذى ينشئ المعضلة. وهو ما يتناقص مع مخطط الاستقراء الموضح بالشكل (٣-١) أن الاكتشاف العلمى لا يحتاج البدء بدليل مُلاحظ أنه يبدأ دومًا بوجود معضلة ولا أعنى هنا بالمعضلة بالضرورة حالة طارئة أو ما يدعو للقلق. وإنما فقط أعنى مجموعة من الأفكار تبدو غير مناسبة ولكنها تستحق محاولة تطويرها إلى الأحسن. إن الشروح القائمة ربما تبدو عفوية جداً، أو تبدو كأنها قد أُجهدت للغاية؛ وقد تبدو ضيقة بغير ضرورة لذلك، أو أن مطامحها غير عملية وقد يلمح المرء إمكانية توحيد مع أفكار أخرى. أو قد يجد شروحًا مُرضية فى مجال واحد كان يبدو عليه التناقض والتضارب

(*) كارل بوبر Karl Popper (١٩٠٢ - ١٩٩٤) فيلسوف فى العلم الطبيعى إنجليزى نمساوى المولد رفض الاستقراء فى العلم التجريبى باعتبار أن الفرضيات يمكن إثباتها بما أسماه "معيار القابلية للزيف" وفى غياب دليل التناقض تصبح النظرية مؤكدة، وعلى ذلك اعتبر علومًا مثل الفلك والميتافيزيقا والتاريخ الماركسى والتحليل الفرويدى علومًا غير تجريبية لفشلها فى مشايعة ذلك المعيار. (المترجم)

مع حل يتناظر معه فى مجال آخر. أو أن هناك ملاحظات مدهشة - مثل تجول الكواكب - التى لم تتنبأ بها النظريات القائمة كما لم تستطع تفسيرها.

هذا النوع الأخير من المشاكل يشبه المرحلة الأولى من مخطط الاستقراء، ولكن فقط بطريقة مخادعة. لأن أى ملاحظة غير متوقعة لا يمكنها أبدًا أن تبدأ اكتشافًا علميًا ما لم تكن النظريات قبل القائمة مضمر فيها بذور المعضلة. على سبيل المثال فإن السحب تتجول أكثر حتى من تجول الكواكب. هذا التجول غير المتنبأ به كان مألوفًا قبل اكتشاف تجول الكواكب بزمن طويل. والأكثر من ذلك: التنبؤ بالجو كان دوامًا ذا قيمة وأهمية للمزارعين، والبحارة، والجنود أى أنه كان هناك على الدوام باعثًا لتنظير كيف تتحرك السحب. ولكن الأرصاد الجوية لم تكن هى التى ألهبت تألق وانفجار العلم الحديث إنما هو الفلك الذى كان وراء ذلك. الدلائل الملاحظة بشأن الأرصاد الجوية كانت دائمًا جاهزة ومتاحة أكثر من دلائل الفلك ولكن أحدًا لم ينتبه إليها، ولا أحد استدل منها على نظريات عن مقدمات البرد أو الأعاصير التى يمكن أن تكون مدمرة. لم يكن تاريخ العلم مزدحمًا بالجدليات، أو الأمور الجامدة (الدوجما) أو الهرطقيات أو التأمليات أو النظريات المُحكَمة عن طبيعة السحب وحركتها لماذا؟ لأنه تحت ظروف البناء التفسيرى للجو كان من المفهوم جيدًا أن حركة السحب مما لا يمكن التنبؤ بها. الحس العام اقترح أن السحب تتحرك بفعل الرياح. وعندما انقلب الاتجاه إلى منحى آخر كان الظن أو الحدس المعقول أن الرياح يمكن أن تكون مختلفة باختلاف حركتها الزاوية (من زاوية) وإنها إذن مما لا يمكن التنبؤ به، ومن السهل استنتاج أنه لا حاجة لمزيد من التفسير. بعض الناس بلا شك اتجهوا إلى هذا المنحى بالنسبة للكواكب، وافترضوا أنها مجرد أشياء متوهجة فى الأفق السماوى، ويتم النفخ فيها عبر سلوك زائد للريح، أو ربما تحركها ملائكة ما، وليس إذن ثمة مزيد للشرح أيضًا. بينما لم يرض آخرون بذلك وخمنوا أنه لا بد من وجود تفسير أعمق وراء تجوال الكواكب وطفقوا يبحثون عن هذا التفسير ووجدوه. وفى فترات مختلفة من تاريخ الفلك كانت ثمة

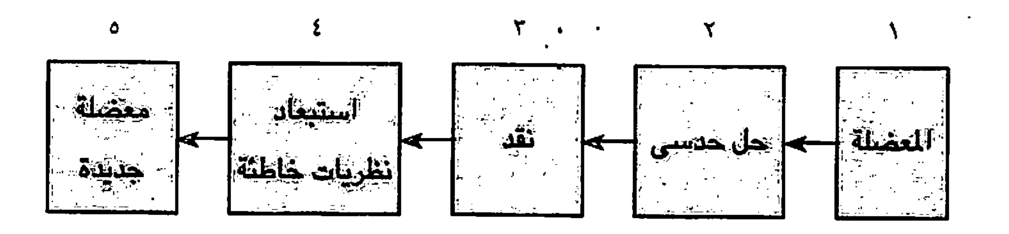
دلائل تمت ملاحظتها دون تفسير، وفى أوقات أخرى كان الضئيل من هذه الأدلة العصّية على الشرح هو الموجود وربما لم يتواجد أى منها. ولكن الدائم أن الناس لو اختاروا ما الذى سينظرونه بناء على ما تراكم لديهم من الملاحظات حول ظاهرة معينة لكانوا اختاروا ظاهرة السحب عوضًا عن الكواكب. ولكنهم اختاروا الأخيرة ولأسباب مختلفة. بعضا من هذه الأسباب اعتمدت على المفهوم المسبق لديهم عما يجب أن يكون عليه علم الكون وجذوره، أو الجدل المتقدم للفلاسفة أو العلل الروحية وراء الأرقام وعلومها. بعضها تأسس حول فيزياء اليوم الجارى، أو على الرياضيات أو علم الهندسة. البعض أيضًا تحول إلى أمور لها جداره موضوعية وبعضها لا تنسحب عليه هذه الصفة. أى أن كل منها له سبب ما، ولكن بدا للبعض أن التفسيرات القائمة أو الموجود منها يمكنها ومن الواجب أن يَرِد عليها التطور والتحسين.

قد يحل المرء معضلة بالعثور على نظريات مُنقّحة تشتمل على شروح تخلو من العيوب أو النواقص ومحافظة فى نفس الوقت على الموضوعية الموجودة فى بعض النظريات الموجودة (شكل ٢-٢). وهكذا عندما تعلن مشكلة عن وجودها (مرحلة أولى) فالمرحلة التالية دائمًا ما تتصل بالحدس: افتراض نظريات جديدة، التعديل أو إعادة النظر فى النظريات القديمة، بأمل حل المعضلة (المرحلة الثانية). الحدس هنا يكون محل اختبار ونقد سواء كان النقد عقلانيًا يستلزم اختباره والمقارنة مع غيره لمعرفة أيها الذى يقدم تفسيرا أفضل، طبقًا للمعيار المتضمن أو الموروث فى المعضلة ذاتها (المرحلة الثالثة).

وعندما تفشل نظرية حدسية فى مواجهة هذا النقد أى عندما يبدو أن ما تقدمه من شروح أسوأ مما تفعله نظريات أخرى، يتم هجرها. إذا وجدنا أنفسنا مضطرين لهجر واحدة من النظريات الجذرية لصالح واحدة (أو أكثر) جديدة مقترحة (المرحلة الرابعة) فإننا نعتبر - أن مغامرة حل المعضلة قد حققت تقدما ما. وقد ذكرت كلمة "مؤقت" لأن المعضلات التى تستتبعها المعضلة الأصلية قد تحتاج تعديلاً أو أن يحل

محلها حتى هذه النظريات المستجدة، والتى يكون واضحًا أنها أكثر ترضيه، كما أننا أحيانًا ما نعيد بعث "الجثث الهامدة "المضمرة فى النظريات غير المُرضية.

وهكذا يصبح الحل، مهما كانت جودته، ليس هو نهاية القصة، وإنما بداية للعملية التالية لحل المعضلة (المرحلة الخامسة). وهذا يبرز سوء فهم آخر ناتج عن الاستقراء. الأمر فى العلم ليس هو تجربة أن تجد نظرية من شأنها، أو ميالة، للاعتقاد بأنها صحيحة للأبد، وإنما دائمًا هو العثور على أحسن نظريات متاحة حتى الآن. الجدل العلمى يستهدف حثنا على أن التفسير القائم هو أحسن المتاح.

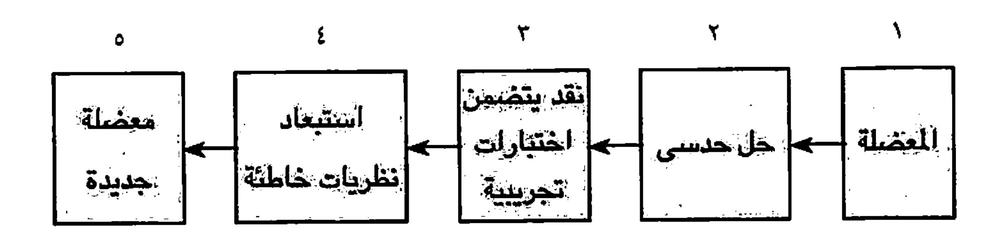


(شكل ٣-٢) عمليات حل المعضلة (أو المعضلات)

أنها لا تقول لنا، ولا ينبغى لها، أى شيء عن مدى صدقيّة التفسير المتاحة فى المستقبل عندما تظهر أساليب جديدة للنقد أو مقارنته بتفسيرات أخرى لم تبتدع بعد. التفسير الجيد قد يصنع تنبؤا جيدا عن المستقبل، ولكنه لا يستطيع، ولا أى تفسير يمكنه - حتى ولو فى بداية عملية التنبؤ - أن يعادل ترضية أو جودة منافسيه المستقبليون. الذى وصفته حتى الآن يعنى أن عملية حل المعضلات أيا كان الموضوع أو المادة أو التقنية الخاصة بالنقد العقلانى المتصلة به: الحل العلمى للمعضلات دائمًا ما يحتوى على منهج معين من النقد العقلانى يسمى "الاختبار التجريبى" عندما تنافس نظريتان أو أكثر ويظهران تنبؤات متعارضة حول مخرجات تجربة ما فإن التجربة هى التى تحدد ومن ثم تهجر النظرية أو النظريات التى أتت بتنبؤات زائفة. البناء الفعلى للحدوس العلمية يركز على العثور على الشروح القابلة للاختبار التجريبى وعلى نحو

مثالى. نحن نستهدف الاختبارات التجريبية الحرجة تلك التى تكون مخرجاتها، أيا كانت، مشيرة إلى زيف واحدة أو أكثر من النظريات التى سبق أن حظيت برضانا عنها. هذه العملية يبرزها (الشكل ٣-٢). سواء كانت الملاحظات المتضمنة فى المعضلات المثيرة (المرحلة الأولى) وسواء كانت أو لم تكن النظريات المرضية قد صممت خصيصًا (فى المرحلة الثانية) لتكون قابلة للاختبار تجريبيًا فإنها فى هذه المرحلة الحرجة من الاكتشاف العلمى (المرحلة الثالثة) فإن الاختبار العلمى وحده هو الذى سيلعب دوره الحاسم والمميز. هذا الدور هو الذى سيظهر عدم رضانا عن النظريات التى كافحت لإثبات صدقها بكشفه أن تفسيراتها قد أدت إلى تنبؤات زائفة.

هنا لا بد أن أشير إلى اللاتماثل المهم بين النفى التجريبى والتأكيد التجريبى. حيث يحيل التنبؤ غير الصحيح على نحو تلقائى التفسير القائم إلى تفسير غير مريح، والتنبؤ الصحيح لا يقول شيئًا على الإطلاق عن ذات التفسير. التفسيرات التى هى نوع من "النفايات" والتى تدّعى تنبؤات صحيحة لا تساوى شيئًا مثلها مثل الحماس المصاحب لظاهرة الأطباق الطائرة. وعلماء التآمر والعلماء الزائفين بكل تنوعاتهم لا يجب أبدا أن نضعهم فى البال.



(شكل ٣-٢) كيف يتم الاكتشاف العلمى

إذا كانت نظرية ما عن وقائع تمت ملاحظتها غير قابلة للاختبار، أى عندما لا تُحكِّمها الملاحظات المكنة، فإنها بذاتها لا يمكنها تفسير لماذا وقعت هذه الوقائع بالصورة التى لاحظناها عليها ولا بأى طريقة أخرى. على سبيل المثال فإن نظرية تأثير

الملائكة على حركة الكواكب ليست مستقرة لأنه مهما كان شكل حركة هذه الكواكب فسوف ينسب ذلك إلى الملائكة. ولذا فإن نظرية الملائكة لا يمكنها تفسير الحركات المميزة التى نراها، إلا لو أُلحقت بها نظرية مستقلة عن كيفية تحرك الملائكة. وذلك لأن هناك قاعدة منهجية فى العلم والتى تقول أنه عندما تكون هناك نظرية قابلة للاختبار التجريبى واستطاعت أن تجتاز الاختبارات المناسبة، بينما النظريات المنافسة لها حول ذات الظاهرة تكون أقل منها فى هذا الشأن، فإنه يتم باختصار رفض هذه الأخيرة لأن شروحها ستعتبر فى مستوى أدنى من الأولى. هذه القاعدة هى التى تميز العلم عن كل صنوف الإبداعات المعرفية. ولكن إذا اعتبرنا وجهة النظر القائلة أن العلم هو التفسير سوف نجد أن هذه القاعدة هى بالفعل تمثل حالة خاصة تنطوى عليها وبشكل طبيعى كل حلول المعضلات: النظريات القابلة لإعطاء تفسيرات أكثر تفصيلاً هى التى تكون مفضلة تلقائيًا. وهى مفضلة لسببين. الأول هو أن النظرية التى تعرض "رقبتها" للضرر بأن تكون أكثر تحديداً حول الظاهرة المعينة تنفتح وكذلك منافسيها على دفعهم لمزيد من أشكال النقد، ومن ثم فهناك مزيد من الفرص نحو التقدم إلى الأمام فى عملية حل المعضلات، والثانى ببساطة أنه إذا قاومت مثل هذه النظرية ما يوّجه لها من نقد فإنها تترك مجالات أقل من غير المُفَسّر الذى هو بدوره موضوع "التجريب".

لقد أشرت توا أنه حتى فى غالبية العلم فإن النقد لا يشتمل على اختبارات تجريبية ذلك أن معظم النقد العلمى لا يوجه مباشرة إلى ما تتنبأ به النظريات وإنما يتوجه مباشرة إلى ما تسفر عنه من تفسيرات. اختبار التنبؤات هو طريقة غير مباشرة (ولو أنه بصفة استثنائية من الوسائل القوية عندما يكون متوفرًا) لاختبار الشروح ذاتها. أعطيت فى الفصل الأول مثال "العلاج بالحشائش – النظرية القائلة بأن التهام كيلو جرام منها سيشفى من مرض البرد المألوف لنا". هذه النظرية وعدد غير محدود من ذات الفصيل جاهزة للاختبار. ولكننا ننتقدها ونرفضها دون تجشم القيام بأية

تجارب، لأنها وبشكل واضح تقوم على أساس لا يشرح لنا المزيد سوى الكشف عن ما تقدمه لنا النظريات المتناقضة معها ولأنها تمدنا بتأكيدات جديدة مشروحة.

مراحل الاكتشاف العلمي تتضح في الشكل ٣ - ٣ وهي نادراً ما تستكمل تتابعاتها لدى أول محاولة. عادة ما يكون هناك مراجعة تَعقّبية بعد انتهاء كل مرحلة وقبل الانتقال للمرحلة التي تليها أو حتى إتمام حلها، لأن كل مرحلة قد تظهر لنا مشكلة هي بذاتها تحتاج بدورها للمراحل الخمسة من أجل عملية حلها كمشكلة ثانوية. وهذا قد يقع حتى للمرحلة الأولى لإنشاء المشكلة حتى تكون ثابتة وغير قابلة للتغيير. إذا لم نستطع التفكير في حل مقترح ربما نرجع للمرحلة الأولى للمشكلة الأصلية ونحاول إعادة تشكيل المعضلة أو حتى تخير معضلة أخرى.

بالطبع فإن وضوح عدم القابلية للحل هو واحد من بين أسباب عديدة لما نجده مرغوبًا منا عادة للقيام بإجراء تعديلات على المعضلة التي نحن بصدد حلها. ثمة تنوعات من المعضلات يكون من المتعذر تجنب طابعها الإثاري، أو تكون ذات صلة بمعضلات أخرى، وبعضها يكون تم تشكيلها بطريقة أحسن، وبعضها يحتوى على إمكانية إثماره على نحو ثرى أو بشكل أسرع أو أيا ما كان. وفي حالات عديدة يكون المطلوب هو تحديد ما هى المشكلة بالضبط. وما الذى ستساهم به في مجال التفسير الجيد، كليهما يؤديان إلى تلقيها المزيد من النقد والحدوسات مثل ما تلقاه الحلول التجريبية.

ويتشابه مع ذلك، إذا لم تنجح انتقاداتنا خلال المرحلة الثالثة في التفرقة بين النظريات المتنافسة، فإننا نعمد إلى محاولة اختراع مناهج جديدة للنقد وإن بدا أن ذلك لا يفلح فعلينا أن نعود القهقرى للمرحلة الثانية ونحاول تشذيب الحلول المقترحة (والنظريات القائمة) لاستخراج المزيد من الشروح والتنبؤات ليصبح من السهل العثور على ما فيها من خطأ. أو ربما نتراجع إلى المرحلة الأولى ونحاول إيجاد معيار يتواءم مع التفسير. وهكذا.

ليس هناك فقط مجرد المراجعة التعقبية ولكن كثيرا من المشكلات الفرعية تبقى نشطة فى وقت واحد ليبرز الملائم منها فى الوقت المناسب. وربما تظهر فقط فى حال إتمام الاكتشاف جدلية عادلة تستتبعها. الحالة كما فى الشكل ٣ - ٣ . يمكنها أن تبدأ مع النسخة الأخيرة والأجود من المعضلة وهذا بالتالى يمكن أن يطلعنا كيف لبعض النظريات المرفوضة لا تتمكن من مقاومة النقد، وأيضاً إبراز النظرية الناجحة وتقول لنا كيف قاومت النقد، يمكنها أن توضح كيف حاد المرء عن النظرية الباطلة وفى النهاية يمكنها أن تشير إلى بعض المعضلات المستجدة التى ينشئها الاكتشاف نفسه ويسمح بها.

فى أثناء استمرار المعضلة فى مرحلة الحل يكون تعاملنا مع مجموعة كبيرة من الأفكار غير المتجانسة ومثلها النظريات والمعايير المتنوعة جداً، وهى جميعاً تتنافس فى البقاء. هناك تبدل دائم للنظريات لأنها إما تتعدل أو تحل محلها نظريات جديدة. وعلى هذا فهى جميعاً تنصاع للتنوع وعمليات الانتقاء طبقًا لمدى طوعية المعيار المستخدم للتنوع والانتقاء. العمليات بأسرها تشبه التطور العضوى. المعضلة تشبه أن تكون "نيش" (كوة غير نافذة فى حائط ما لوضع تمثال أو ما أشبه) فى وسط بيئة ما، بينما النظرية أشبه بجينة (مُورِّثة) أو نوع تم اختباره بواسطة ذلك النيش. النظريات المتنوعة، مثل التغير الإحيائى للجينات، يتم إنشائها باستمرار، أما الأقل نجاحًا فى تنوعها فهى تهمد وتنقرض بينما يحل محلها التنوع الناجح. النجاح هو القابلية المتكررة للبقاء تحت ظروف الضغوط المختارة - النقد - وأن يتحملها هذا النيش، كما أن المعيار هنا (المستخدم فى النقد) يعتمد جزئيًا على السمات الفيزيائية وفى جزئه الآخر على مدى مساهمة الجينات والأنواع الأخرى (أى الأفكار الأخرى) التى تتواجد هناك. ووجهة النظر عن العالم التى قد تكمن فى النظرية القائمة بحل المشكلة، والملامح المميزة للأنواع الجديدة التى تعاود دورتها على النيش هى عبارة عن خواص تنبثق عن المعضلة أو النيش نفسه. وبكلمات أخرى فإن الحصول على الحلول هو أمر معقد فى

ذاته. ليس ثمة وسيلة بسيطة لاكتشاف طبيعة الكواكب، فلنقل مثلا وضع نقد لنظرية الأفق السماوى وبعض الملاحظات الإضافية، يشبه القول بعدم وجود وسيلة بسيطة لعمل تخطيط الـ DNA لدب "الكوالا" (حيوان أسترالى من ذوات الجراب) أو شجر الايكاليبتوس (شجر تستخدم أوراقه وأزهاره فى مجال الطب والتطبيب). التطور أو المحاولة والخطأ التى تركز خصيصًا على التشكيل العمدى للمحاولة والخطأ هى التى تسمى الاكتشاف العلمى وهى بذاتها التى تمثل الوسيلة الوحيدة.

لهذا السبب، قرر بوبر فى نظريته أن المعرفة لا يمكن أن تنمو إلا عبر الحدس والرفض، على النحو الماثل فى الشكل (٣ – ٢) "التطور المعرفى". هى رؤية توحيدية مهمة وسوف نرى وجود علائق أخرى بين هذين الفرعين. ولكننى لا أرغب فى المبالغة فى مشابهة الاكتشاف العلمى والتطور البيولوجى لوجود ثمة فوارق هامة أيضًا. واحد من الفروق أن التنوع البيولوجى (التغيرات المفاجئة) هى بمثابة الشىء النادر والأعمى والذى لا هدف له، بينما فى الحل البشرى للمعضلات فإن إنشاء حدوس هو فى حد ذاته أمر معقد، وعمليات محملة بالمعرفة المستقاة من نية أو تصميم الأشخاص المعينين. وربما من الفروق المهمة أنه ليس ثمة مجادلة متكافئة مع علم البيولوجى. كل الحدوس لا بد أن تكون قابلة للاختبار التجريبى، وهو السبب فى أن التطور البيولوجى يكون أبطأ وأقل كفاءة. ومع ذلك فإن الصلة بين هذين النوعين من العمليات أبعد من مجرد التماثل أو التشابه بينهما، أنهما اثنتان من الأفرع الأربعة الأساسية المحببة لدىّ لتفسير نسيج الحقيقة.

فى كليهما سواء فى العلم أو البيولوجيا فإن التطور الناجح يعتمد على إنشاء وبقاء المعرفة الموضوعية والتى تسمى فى البيولوجيا: "التكيف". أى بمعنى أن قابلية نظرية ما أو جين ما للبقاء فى "نيش" ليس مجرد وظيفة جاءت بالمصادقة أو كيفما اتفق نابعة من بنائها وإنما يعتمد على هل هناك صدق كاف ومعلومات مفيدة عن النيش

متضمنة فيه أو غير قائمة (أقصد هذه المعلومات) وسوف أذكر المزيد عن هذا فى الفصل الثامن.

الآن يمكننا البدء فى رؤية ما الذى يحكم على التداخل الذى نستخلصه من الملاحظة. إننا لا نستخلص أبدًا التداخل من الملاحظة وحدها، ولكن الملاحظة قد تصبح ذات معنى فى مجرى المناقشة عندما تكشف العوار فى التفسيرات المتنافسة. نحن نتخير النظرية العلمية بسبب المناقشات، التى يعتمد القليل منها على الملاحظة، التى ترضينا (لحظيًا) عبر تقديمها لنا تفسيرات تبين لنا أن كل النظريات المنافسة لها أقل صدقًا وأقل اتساعا وعمقًا.

خذ وقتا لتقارن فيه الشكل (٢ - ١) والشكل (٢ - ٢) وانظر الآن على مدى الاختلاف بين مفهومى هاتين العمليتين العلميتين. الاستقراء هو الملاحظة - بينما يكون هناك تنبؤ حين يكون هناك معضلة وتفسير، هذا ما يحدث فى الواقع. يفترض الاستقرائيون أن النظريات تستخلص - إلى حد ما - أو يرجى تراكمها عبر الملاحظة أو يرجى تقويمها من خلال الملاحظة، بينما فى الواقع تبدأ النظريات كتقويم للحدوس فى عقل الكائن وهو بالتحديد ما يفوق الملاحظة فى الأهمية التى تحكم بين النظريات المتنافسة. الاستقراء يريد أن يحكم على التنبؤ كما يتمسك به كشىء يقع فى المستقبل. حل المعضلات يقوم على أساس كونه تفسيرا أفضل من ذلك المتاح فى الحاضر. الاستقراء أمر خطر يقود الذهن إلى عدة أنواع من الخطر، ويبدو من الظاهر أنه جدير بالمعقولية إلا أنه سطحى وغير صحيح.

عندما ننجح فى حل مشكلة علمية أو غير ذلك فإننا ننتهى بمجموعة من النظريات ولو أنها ليست خالية من المشاكل، ولكننا نجدها مفضلة لدينا عن النظريات التى بدأنا بها. ومن ثم تتوقف مساهمة تلك الجديدة على ما نراه من نواقص أو عيوب فى النظريات الأصلية وكيف كانت المشكلة ذاتها. إن العلم يتسم بمشكلاته كما بمنهجه.

والفلكيون الذين حلوا المشكلة من خلال خرائط البروج دون مغامرة إثبات عدم صحتها من عدمه لم ينشئوا لنا ما يمكن أن يستحق تسميته بالمعرفة العلمية حتى لو استخدموا مناهج علمية عبقرية (مثل استخدام بحوث السوق) ولو كانوا أنفسهم مستريحين لما توصلوا إليه من نتائج. المعضلة فى العلم العبقرى هى على الدوام أن نفهم بعض وجوه نسيج الحقيقة بالعثور على تفسيرات واسعة وعميقة وصادقة ومحددة ما أمكن ذلك.

وعندما نظن أننا قمنا بحل معضلة فمن الطبيعى أن نتبنى النظريات الحديثة كمفضلة لدينا على تلك المجموعة القديمة. وهذا يرجع إلى اعتبارنا العلم وسيلة لاستهداف التفسير وحل المعضلات وليس مبررًا لمشكلة الاستقراء. ومن ثم ليس فى الأمر غموضًا أننا مجبرون مؤقتًا على قبول التفسير على أنه أقصى وأحسن ما يمكن التفكير فيه.

اصطلاحات :

الإنانة: Solipism	النظرية القائلة بأن ثمة عقل واحد هو الموجود، وما يبدو لنا على أنه حقيقة خارجية هو علم يأخذ مكانه فى العقل.
مشكلة الاستقراء: Problem of induction	طالما أن النظريات العلمية لا يمكن الحكم عليها أو تقويمها من خلال التجربة، ما الذى سيحكم عليها إذن؟
الاستقراء: Induction	عملية مخادعة أو وهمية يفترض أن يتحصل عنها النظريات العامة، أو يحكم عليها عبره ومن الملاحظات المتراكمة.
المعضلة: Problem	توجد المشكلة عندما يبدو لنا أن بعض النظريات القائمة لدينا خاصة تلك التى تحوى شروحاً وتفسيرات، وكأنها غير ملائمة وتستحق محاولة إثباتها.
النقد: Criticism	النقد العقلى هو الذى يفاضل بين النظريات المتنافسة بهدف العثور على أيها يقدم لنا تفسيراً أفضل طبقاً للمعيار المتضمن فى المشكلة.
العلم: Science	هدف العلم يتمثل فى فهم الحقيقة من خلال التفسيرات. المنهج المميز للنقد فى العلم (ولو أنه ليس الوحيد) هو الاختبار التجريبى.
الاختبار التجريبى (المعملى): Experimental Test	ما يعنيه الاختبار التجريبى أن نتائج التجربة تدحض واحدة أو أكثر من النظريات المتنافسة.

الخلاصة :

فى بعض المناطق الأساسية فى العلم تقودنا ملاحظة التأثيرات الصغيرة أو تلك الحاذقة والماهرة إلى نتائج مهمة وخطيرة حول طبيعة الحقيقة. إلا أن هذه النتائج لا يمكن أن تُستخلص من الملاحظة عبر المنطق الصرف. إذن ما الذى يجعلنا مجبرين عليها؟

تلك هى مشكلة الاستقراء وطبقًا للاستقراء فإن النظريات العلمية يتم اكتشافها من خلال تقدير النتائج من خلال الملاحظة ويحكم عليها عندما نتحّصل على الملاحظات المؤيدة لهذه النتائج. وفى الحقيقة فإن التسبيب الاستقرائى لا يصلح كما أنه يستحيل معه تقدير نتائج الملاحظة دون أن يكون لدينا إطار عام للتفسير. ولكن رفض الاستقراء والحل الحقيقى لمشكلة الاستقراء تعتمد على التمييز بين أن العلم ليس عملية الحصول على تنبؤات من خلال الملاحظة ولكنه عملية العثور على تفسير. نحن نبحث عن التفسير عندما نواجه مشكلة قائمة. حينها نقصد إلى عملية حل المعضلات. النظريات المفسِّرة الجديدة تبدأ عندما نقوّم الحدوس، والتى يتم نقدها ومقارنتها طبقًا للمعيار المتضمن فى المشكلة. والحدوس التى لا تقاوم أو تفشل فى التصدى للنقد يتم هجرها. أما التى تستطيع البقاء تصبح هى النظريات المتنافسة الجديدة، والتى يكون من بينها ما يحتوى على مشاكل وبالتالى تقودنا إلى البحث عن تفسيرات أفضل.والعمليات بأكملها تستلزم نموا قريب من النمو البيولوجى.

ونحن هكذا نكتسب مزيدا من معرفة الحقيقة عن طريق حل المعضلات والعثور على تفسيرات أفضل.وعندما يكون كما يقال هو أن المعضلات والتفسيرات مركزها العقل البشرى الذى يرجع قوة تسبيبه لها إلى قدرة العقل البشرى ومدى عصمته من الخطأ، ومدى إمدادنا بالمعرفة يعتمد على الحواس وكأنها بدورها بعيدة عن الخطأ. ما الذى يخول العقل البشرى إذن لكى يستخلص النتائج عن الشىء والحقيقة الخارجية من خلال الموضوعية الخالصة للتجربة والسبب.

الفصل الرابع

معيار للحقيقة

يشهد الفيزيائى العظيم جاليليو جاليله(*) Galileo Galilei – وإن كان ذلك محل جدل – بأنه أول فيزيائى بالمعنى الحديث كان قد أجرى عدة اكتشافات ليس فقط فى مجال الفيزياء وإنما أيضًا فى منهجية العلم. لقد أحيا من جديد الفكرة القديمة بأن التعبير عن النظريات العامة عن الطبيعة يمكن أن يكون بشكل رياضى، والبرهنة عليها بتطوير التجريب التقليدى الاختبارى لها وهو ما يميز العلم كما نعرفه. ووجد أنه من الملائم تسميتها: أسمنت الاختبار "Cimeti" أو اختبار المحن Ordeals (وسيلة عتيقة لاكتشاف المجرم الحقيقى من خلال طرق كان يُعتقد أنها خاضعة لقوى خارقة). كان من أوائل من استخدموا التلسكوب لدراسة الأشياء الموجودة فى الأفق السماوى، كما جمع الأدلة وقام بتحليلها على نظرية مركزية الشمس وهى النظرية القائلة بأن الكرة الأرضية تدور حول الشمس في مدار كما تدور حول نفسها (محورها) بشكل مغزلى. وهو معروفًا جيدا بأنه المدافع والمؤيد لتلك النظرية وبصراعه المأساوى مع الكنيسة والذى قاده إلى مصيره البائس. فى عام ١٦٣٣ حوكم عن الهرطقة وتم إجباره تحت التهديد بالتعذيب على الركوع وأن يقر علانية وبصوت مرتفع، وعلى نحو مهين، شجبه للأمر بأن يقسم بالتخلى عن اعتقاده بالنظرية باعتبارها نظرية ملعونة ومكروهة، (وتكمل الأسطورة وبشكل ربما لا يكون صحيحًا.. بأنه اقترب فى انحنائه إلى قدميه وتمتم بما معناه "ولكنها تدور" يقصد الأرض بالطبع) وعلى الرغم من تخليه المعلن فقد أُدين وحُكم عليه بتحديد إقامته فى منزل بقى فيه حتى وفاته. ولو أن هذا العقاب بالمقارنة مع غيره يعد متساهلاً فقد أدى الغرض منه تقريبًا.

(*) جاليليو جاليلى Galileo Galilei (١٥٦٤ – ١٦٤٢) فيزيائى إيطالى وفلكى ورياضى، ويعتبر أول من استخدم تلسكوبًا من صنعه والذى وصل من خلاله إلى أدلة عن دوران الأرض حول الشمس بما يخالف ما كان سائدًا وقتئذ حيث تمت معارضته وإجباره على التخلىّ عن معتقده من خلال محاكمته أمام محاكم التفتيش واعتقاله فى منزله للسنوات الثمانى الأخيرة من عمره والتى استغرقها فى البحث، وتعتبر من أهم إنجازاته أيضًا تأسيس علاقات رياضية ضد المنطق اللفظى الأرسطى وإصراره على ما عبّرت عنه مقولته الشهيرة: "كتاب الطبيعة مكتوب بشكل رياضى". (المترجم)

وكما قال جاكوب برونووسكى(*) Jacob Bronowski : كانت النتيجة هى الصمت التام فى أوساط العلماء الكاثوليكيين فى كل مكان منذ ذلك الوقت.. كان تأثير المحاكمة والعقوبة المترتبة عليها هو وضع نهاية - للتقليد العلمى فى منطقة البحر الأبيض المتوسط "(من كتابه" صعود البشرية"(**) The Ascent of Man ص ٢١٨).

كيف لجدل حول الشكل العام للنظام الشمسى أن تصل توابعه إلى هذا الحد البعيد، وكيف للمساهمين فيه أن يدفعوه على هذا النحو الذى يمكن وصفه بالعاطفية. ذلك لأن الجدل الحقيقى لم يكن حول أن للنظام الشمسى شكلاً معينًا دون غيره، وإنما كان عن دفاع جاليليو العبقرى عن أسلوب جديد وخطر معًا للتفكير فى الحقيقة. ليس بالطبع حول وجود الحقيقة لأن كلا من الكنيسة وجاليليو كانا من المؤمنين بالواقعية ووجهة النظر النابعة من الحس العام والفطرة السليمة بأن الكون الفيزيائى الخارجى موجود وأنه يؤثر فى حواسنا، بما فيها حواسنا التى تدعمها الأدوات مثل التلسكوب بالنسبة للعين. إنما الذى اختلف فيه جاليليو عن غيره هو مفهومه عن العلاقة بين الحقيقة الفيزيائية من ناحية وبين الأفكار البشرية والملاحظة والتسبيب من الناحية الأخرى. لقد آمن بأن الكون يمكن فهمه من خلال عبارات كونية مصاغة فى شكل قوانين رياضية. وأن هذه المعرفة الموثوق بها أو التى يمكن الاعتماد عليها والمستقاة من

(*) جاكوب برونووسكى Jacob Bronowski (١٩٠٨ - ١٩٧٤) رياضى إنجليزى من أصل بولندى، حصل على دكتوراه الرياضيات من جامعة كمبردج وتقلد مناصب عدة منها العمل كخبير علمى فى الحرب وبعد مشاهدته رأى العين للدمار الذى سببته القنبلة الذرية على نجازاكى قرر بشكل إنسانى الابتعاد عن بحوث الحرب، وحول اهتمامه إلى علوم الحياة ودراسة الطبيعة البشرية وتقدم الحضارات وقام بالتبشير بإنسانية جديدة موحدة معتبراً أن العلم يحتاج لروح شعبية جماعية لكى يؤتى ثماره. (المترجم)

(**) يقصد رفع اللبس لدى القارئ فإن كلمة ascent تعنى الصعود والتقدم كما تشير المعاجم، وثمة كتاب بعنوان Descent of Man وهى كلمة تشير إلى الأصل أو السلالة أو التحرر، وهو منسوب لتشارلز دارون: وجرت ترجمته فى ثلاثة مجلدات بعنوان عربى: "نشأة الإنسان"، العدد ٩٢٩ من المشروع القومى للترجمة تحت إشراف د. جابر عصفور، وكان القائم بالترجمة هو الدكتور مجدى المليجى الأستاذ بقسم الطب الشرعى بكلية طب جامعة عين شمس (المترجم)

تلك القوانين الرياضية من السهل للبشرية الوصول إليها إذا استخدمت منهجه فى التشكيل الرياضى للصيغ والاختبارات التجريبية المعتادة. وكما وصفه: "كتاب الطبيعة مكتوب عبر رموز رياضية". لقد كان الغائب خلف الأمر هو المقارنة بين ذلك وكتاب آخر هو وحده الجدير بالاعتماد عليه!!

لقد فهم جاليليو أن منهجه هو الجدير بالاعتماد عليه فأينما أُستخدم فإن نتائجه يمكن تصحيحها وإثباتها عن أى نتائج صادرة عن أى منهج آخر. ولذلك أصر على أن التسبيب العلمى لا بد أن تكون له الأولوية لا على الحدس أو البديهة ولكن أيضًا على الحس العام أو الفطرة السليمة وأيضًا على التعاليم الدينية والوحى المقدس. هذه الفكرة بالتحديد، وليس نظرية مركزية الشمس تلك، هى التى اعتبرتها السلطات فكرة خطرة (وقد كانوا على حق، لأن هذه الفكرة بالذات هى التى كانت وراء الثورة العلمية والتنوير، ووراء الأساس غير الدينى للحضارة الحديثة). ولم يكن من المسموح به الدفاع عن نظرية مركزية الشمس أو التمسك بها كتفسير لمظهر للسماء الليلية. أما المسموح هو التمسك والدفاع والكتابة عن مركزية الشمس كمنهج لعمل التنبؤات. لهذا كان كتاب جاليليو "حوار بين النظامين الرئيسيين للعالم" والذى يقارن فيه بين نظريتى مركزية الشمس ومركزية الأرض، قد قام بطبعه وكلاء الكنيسة المفوضين منها. حتى أن البابا نفسه كان قد سمح لجاليليو بكتابة مثل هذا الكتاب (ولو أن وثيقة خداعية قُدمت خلال المحاكمة وكانت تعنى أنه قد تم منع جاليليو من مناقشة الموضوع من الأساس).

ومن الملاحظات الطريفة أنه فى زمن جاليليو لم يكن قد ثبت بعد أن التنبؤات التى تعطيها نظرية مركزية الشمس أفضل من تلك التى تعطيها نظرية مركزية الأرض، لم تكن تلك المفاضلة مما يمكن الجدل حوله. الملاحظات التى كانت متاحة لم تكن على درجة كافية من الدقة. كما أن مقترحات الإصلاح لأى منهما مالت بصفة خاصة لعدم إثبات صحة نظرية مركزية الأرض، وكان من الصعب تقويم القوة التنبؤية لأى من

النظريتين المتنافستين، والأكثر من ذلك أنه عندما نجىء للتفاصيل فقد كانت هناك أكثر من نظرية عن مركزية الشمس. لقد اعتقد جاليليو أن الكواكب تتحرك فى دوائر، بينما فى الحقيقة فإن مداراتها أقرب ما تكون إلى ما يعرف بـ "القطع الناقص". ولذا فلم تتناسب أو تتواءم قائمة المعلومات مع النظرية الخاصة بمركزية الشمس المحددة التى تبناها جاليليو ودافع عنها. (وبصفة خاصة لأنه كان مقتنعًا بالملاحظات المتراكمة أو التى تكدست لديه!). ولكل هذا فإن الكنيسة لم تتخذ موقفًا من هذه المناظرة. الاتهام لم يهتم أين تبدو الكواكب على أنها قائمة هناك، كل ما اهتمت به هو الحقيقة. انصب اهتمامها على أين توجد الكواكب فى الواقع، وكانوا يريدون فهم الكواكب من خلال التفسير، على نحو ما فعله جاليليو بالضبط. وربما يقول الذرائعيون والوضعيون أنه ما دامت الكنيسة كانت على استعداد لقبول تنبؤات جاليليو القائمة على الملاحظة فإن أى اتفاق آخر بينهما كان سيبدو وكأنه على سبيل الحماقة، وأن ما همس به "ومع ذلك فهى تدور" فهو مّما لا معنى له. ولكن جاليليو عرف ما هو أكثر وهكذا جاء الاتهام. فعندما رفضوا اعتمادية المعرفة العلمية فقد كان الذى يدور بخلدهم هو الجزء التفسيرى لهذه المعرفة.

لقد كانت نظرتهم للعالم زائفة، ولكنها لم تكن غير منطقية لقد أقروا بالاعتقاد بالوحى وسلطة التقاليد كمصادر للمعرفة التى يُعتمد عليها. ولكن كان لديهم سببًا مستقلا لنقد معتمدية المعرفة المتحصلة عن مناهج جاليليو. كان يمكنهم ببساطة الإشارة إلى أنه لا يمكن لأى كم من الملاحظات والمناقشات أن يبرهن أن أيا من تفسيرات ظاهرة فيزيائية هو الصحيح بينما آخر على خطأ. وعلى نحو ما قالوا به فإن الرب يمكنه أن ينتج التأثيرات الملاحظة بما لا نهاية له من العَجَبْ، وبالتالى فإنه من الخيلاء المحضة والغطرسة إدعاء أن ثمة طريقة للمعرفة، مجرد الملاحظات الشخصية غير المعصومة والتسبيب الشخصى هو أو هى التى تحدد الطريقة التى اختارها الرب.

وإلى حد ما فقد كانوا يناقشون الأمر وهم يبدون تواضعهم باعتبار التعريف بأن البشر غير معصومين من الخطأ. وإذا كان جاليليو يدعى بأن نظرية مركزية الشمس قد تمت البرهنة عليها إلى حد ما، أو هى قريبة من ذلك، فإنهم بشكل ما كانوا على درجة من الحق على نحو استنتاجي. إذا كان جاليليو يظن أن مناهجه تعطى أو تمنح سلطة على أى نظرية بالمقارنة مع السلطة التى وفرتها الكنيسة لتعاليمها، فقد كانوا إذن على حق لانتقاد غطرسته وتعاليمه (وكما صوروها هم على أنه من قبيل التجديف والهرطقة) ولو أنهم - بنفس المعيار - كانوا أكثر غطرسة منه.

كيف لنا إذن أن ندافع عن جاليليو إزاء هذا الاتهام؟ ماذا سيكون عليه دفاع جاليليو فى مواجهة الاتهام بأنه قد تجاوز كثيرا عندما ادعى بأن النظريات العلمية تشمل معرفة معتمدة عن الحقيقة؟ الدفاع البابوى عن العلم كعمليات لحل المعضلات أو السعى وراء التفسيرات لم يكن كافيًا فى حد ذاته. وبالنسبة للكنيسة أيضًا، فقد كانت مهتمة بالتفسيرات وليس التنبؤات، وكانت راغبة فى ترك جاليليو يحل المعضلات باستخدام أى نظرية يختارها. وإنما فقط لا يقبلون الحلول التى يتوصل إليها (والتى كانوا يسمونها مجرد فرضيات رياضية) والتى تتعلق بالحقيقة الخارجية. حل المعضلات أولا وأخيرًا هى عملية تأخذ مكانها فى العقل البشرى. وربما يكون جاليليو قد رأى العالم وكأنه كتاب قد مُرِّرَت فيه قوانين الطبيعة من خلال رموز رياضية. ولكن هذا يعد نوعا من المجاز التام، ليس هناك تفسيرات لمدارات الكواكب لديها هى ذاتها. الواقع أن كل معضلاتنا والحلول التى نتوصل إليها موقعها فى داخلنا نحن، وخلقت فى داخلنا. وعندما نصل لحلول المعضلات فى العلم فإننا نصل لها من خلال التجادل حول النظريات التى تبدو تفسيراتها أفضل لنا. هكذا وبدون أى وسيلة لإنكار أنها جيدة وصحيحة ومفيدة لنا فى حل المعضلات، فإن أصحاب نظرية الاتهام والشكّاك المحدثون لهم الحق أن يتساءلوا: ما علاقة الحل العلمى للمشاكل بالحقيقة؟ ربما نجدها أحسن التفسيرات التى توافقنا نفسيًا. ربما نجد فيها وسيلة لصنع تنبؤاتنا. ولكننا بالتأكيد

سنجدها أساسية فى أى منطقة تتعلق بالإبدا ع التقنى، كل هذا يحكم سعينا الدائم للبحث عنها بهذه الطرق. لكن ما الذى يجبرنا على اعتبارهم كحقيقة قائمة؟ الاقتراح الذى أجبرت سلطة الاتهام جاليليو على المصادقة عليه كان من تأثيره ما يلى: أن الأرض فى واقع أمرها ثابتة (أو فى حالة سكون) بينما الشمس وسائر الكواكب فى حالة حركة حولها، ولكن المسارات التى ترحل فيها هذه الأجسام الفلكية فهى قائمة بطريقة معقدة، حيث حين تُرصد من موقع ملائم على الأرض فإنها تبدو أيضًا كما الشمس فى حالة سكون بينما الأرض وباقى الكواكب هى التى تتحرك حولها.دعنى أسمى ذلك "نظرية الاتهام" عن النظام الشمسى. وإذا كانت هذه النظرية صحيحة فلا بد أن نظل متوقعين أن نظرية مركزية الشمس من شأنها أن تعطينا تنبؤات صحيحة عن النتائج الناتجة على أساس ملاحظات فلكية نقوم بها على الأرض، حتى ولو كانت زائفة من حيث الواقع. ولهذا تبدو أى ملاحظات مساندة لنظرية مركزية الشمس ستساند أيضًا وعلى نحو مساوى "نظرية الاتهام" تلك.

يستطيع المرء أن يمتد بنظرية الاتهام واضعًا فى اعتباره الملاحظات التفصيلية التى تساند نظرية مركزية الشمس مثل الملاحظات عن "وجوه" الزهرة (أهِلَّتها) وبعض التحركات الإضافية الصغيرة (المسماة "التحركات الملائمة") لبعض النجوم المتصلة بالأفق السماوى. لفعل ذلك على المرء أن يستنتج مزيد من المناورات المعقدة فى الفضاء تحكمها قوانين فيزياء تختلف عن تلك التى تجرى على ما هو مفترض أن تكون فى الأرض كمحطة (أى فى حالة سكون). ولكن سيكون اختلافًا بطريقة محددة بحيث تحتفظ فيه بقابليتها لأن تلاحظ من أرض تتحرك، وأن القوانين هناك فى الخارج هى نفسها الموجودة هنا. كثير من مثل هذه النظريات ممكنة. بالطبع لو أن اضطرارنا الوحيد هو صنع التنبؤات الصحيحة لكننا قد اخترعنا النظريات التى تقول بما يرضينا عما يجرى فى الفضاء. على سبيل المثال فإن الملاحظات وحدها لا يمكن أن تحكم نظرية تقول بأن الأرض متضمنة داخل "بلانيتاريوم" عظيم (قبة سماوية تشتمل على

نموذج للنظام الشمسى) وأن الموجود خارج هذا البلانيتاريوم أى شىء تريده أو لا شىء على الإطلاق. وأعترف هنا بأنه اعتماداً أو أخذاً فى الاعتبار ملاحظاتنا فى هذه الأيام فلا بد أن يشتمل البلانيتاريوم على انعكاس لراداراتنا، ونبضات الليزر، ويمسك بسفننا الفضائية، وبالطبع رواد الفضاء، ويبعث لنا رسائل مزيفة منهم ويعيدهم بعينات ملائمة من صخور القمر، وذاكرة معدلة، وهكذا. ربما تكون نظرية سخيفة ولكن النقطة الهامة هنا أنه لا يمكن أن نختبرها تجريبياً. ولا أنها يمكنها أن تقوّم أى نظرية أخرى على أساس وحيد بأنها سخيفة: هيئة الاتهام التى واجهت جاليليو وكذا معظم الجنس البشرى فى ذلك الوقت كانوا يعتقدون أن القول بأن الأرض تتحرك هو عين السخف. وعلى كل حال لا نستطيع الشعور بحركاتها، هل نستطيع؟ عندما تتحرك، كما فى حالة الزلزال فإننا نشعر بذلك بطريقة غير خاطئة. ويقال إن جاليليو قد أجل لعدة سنوات نشر دعاواه عن نظرية مركزية الشمس ليس خوفاً من الاتهام وإنما من أن يصبح محلا للسخرية.

بالنسبة لنا تبدو النظرية القائل بها الاتهام ابتداعية ومصطنعة. لماذا يقبل أمراً معقداً على هذا النحو مُنشأ خصيصا لكى يبرر لنا لماذا تبدو السماء على ما هى عليه، بينما نظرية مركزية الشمس "غير المحببة" تؤدى نفس الغرض أو الوظيفة فى ظروف أقل ضجيجاً؟ ربما نستشهد هنا(*) بـ "موسى أوكام" **Occam's razor** : "لا تكثر من الجواهر بما يجاوز الضرورة"، أو كما أفضل أن أضعها فى هذه الصورة: "لا تعقد

(*) موسى أوكام (Ockam's Razor) Ockam William (١٢٨٥ - ١٣٤٩) وهو فيلسوف لاهوتى فرنسيسكاني وكاتب سياسي ومن أبرز مبادئه التي عاشت بعده: ما يعرف باسم "موسى أوكام" (وجرت أدبيات العلم مؤخراً على استخدام "نصل" بدلاً من "موسى") أو قانون الاقتصاد بمعنى أن التعدد (فى الكلمات والمعانى) لا يجب اقتراحه بدون موجب أو ضرورة، وقد استخدمه مثلاً فى مجال العلاقات بين الأشياء للتخلص من بعضها كتلك التي لا تقدم دليلاً على شيء، أو أنها مجرد متتابعات بنفس المعنى للفكرة الأصلية، وهو مبدأ لا يزال جارياً العمل به لدى المفكرين والعلماء فى تبسيط القوانين. (المترجم)

التفسيرات بما يجاوز الضرورة"، لأنه لو فعلت ذلك فستبقى التفسيرات المعقدة ذاتها غير مفسرة. ومع ذلك فإن أى تفسير سواء كان أو لم يكن من قبيل "الابتداع" أو "معقدا بغير ضرورة" يعتمد على الأفكار والتفسيرات التى تشكل لدى المرء وجهة نظره عن العالم. ربما ناقش الاتهام (الموجه لجاليليو) أن فكرة الأرض التى تتحرك هى من قبيل التعقيد غير الضرورى. أنها تتعارض مع الحس العام أو الفطرة السليمة؛ كما تتعارض مع الكتاب المقدس، وربما قالوا أن ثمة تفسير جيد وتام دون الحاجة لمثل هذه الفكرة.

ولكن هل هناك فعلا تفسير بهذا الشكل؟ هل حقا تمدنا نظرية الاتهام بتفسيرات بديلة دون أن تقدم حدوسا مقابلة لتعقيدات نظام مركزية الشمس؟ دعنا ننظر عن كثب إلى كيف تشرح نظرية الاتهام الأشياء. إنها تفسر اعتبار ما هو ظاهر عن الأرض كمحطة، بالقول بأنها محطة، وأيا ما كان الأمر جيدا أو بعيدا فمن الناحية الظاهرية (أى دون تعمق) فإن ذاك يعد أفضل من تفسير جاليليو لأن عليه أن يعمل بجد وأن يعارض أفكار الحس السليم عن القوة والقصور الذاتى لكى يشرح لنا لماذا لا نشعر بحركة الأرض. ولكن كيف لنظرية الاتهام أن تناضل من أجل الهدف الصعب المتمثل فى تفسير حركات الكواكب؟

نظرية مركزية الشمس تشرح ذلك بالقول أننا نرى الكواكب تحلق فى السماء بشكل معقد، لأنها بالفعل تدور فى دوائر بسيطة (أو فى شكل القطع الناقص) عبر الفضاء، ولكن الأرض بدورها تتحرك مثلما يتحركون. البحث يشرح كيف نراهم يتحركون فى قطوع ناقصة معقدة لأنهم فى الحقيقة يتحركون كذلك ولكن (وهنا، وطبقًا للنظرية القائل بها الاتهام تظهر روح وجوهر الشرح) هذه الحركة المعقدة تحكمها مبادئ بسيطة: وعلى نحو حرفى فإنهم يتحركون هكذا عندما ينظر إليهم من على الأرض يبدو وكأنهم ومعهم الأرض يدورون فى مدارات بسيطة حول الشمس.

ولكى نفهم الحركات السماوية بمصطلحات هذه النظرية فمن الضرورى للمرء أن يفهم هذا المبدأ، لأن التعقيدات التى تضعها النظرية هى الأساس لكل تفسير تفصيلى

يمكن أن يخرج به المرء لماذا يحدث هذا التزامن السماوى فى يوم كذا، أو لماذا تعود الكواكب لمداراتها عبر السماء فى مدار له هذا الشكل المحدد من القطع الناقص، فلا بد أن الإجابة ستكون "أنهم يفعلون ذلك طالما كانت نظرية مركزية الشمس صحيحة". هنا حالة كونية – كونية الاتهام – التى يمكن فهمها عبر مصطلحات كونية أخرى، كونية مركزية الشمس، متعارضة ولكنها صورية على نحو مخلص فى صوريته.

إذا كان الاتهام قد حاول بجدية أن يفهم العالم من خلال مصطلحات النظرية التى حاولوا إجبار جاليليو عليها، كان عليهم أيضًا أن يدركوا خطأها القاتل فى أنها فشلت فى حل المعضلة التى تظاهروا بحلها. إنها لم تفسر الحركات السماوية "دون أن يقدموا عرضًا لتعقيدات نظام مركزية الشمس". على العكس لم يتجنبوا دمج هذا النظام كجزء من مبدئها فى تفسير الحركات السماوية. المرء لا يمكنه فهم العالم الذى قدمه الاتهام دون أن يفهم نظرية مركزية الشمس أولاً.

ولذلك فنحن على حق إذا نظرنا لهذه النظرية (التى جاءت عبر الاتهام) بأنها التفاف محكم أو مدروس حول نظرية مركزية الشمس بدلاً من أن يكون الأمر بالعكس. إننا لم نصل لهذه النتيجة من خلال تقويم نظرية الاتهام فى مقابل الكونيات الحديثة، وإنما من خلال الإصرار على أخذ نظرية الاتهام بجدية، ومن خلال مصطلحاتها، كتفسير للعالم. لقد أشرت مسبقا لنظرية "العلاج بالحشائش" التى يمكن دحضها بدون حاجة للاختبارات التجريبية لأنها لا تحتوى على أى تفسير. هنا أيضًا لدينا نظرية ينسحب عليها نفس الوضع لأنها تحتوى على تفسير سيئ؛ تفسير – وبنفس المصطلحات التى استخدمتها النظرية – أسوأ من أن يكون منافسًا أو ندًا.

كما قلت أن الذين أقاموا الاتهام كانوا من "الواقعيين" وكانت نظريتهم تتوازى مع ما لدى أصحاب نظرية "الأنانة": كليهما استخلص حدودًا تحكمية ادعَوا من خلالها أن التسبيب البشرى ليس محوريًا – أو على الأقل فى هذا الشأن فإن حل المعضلات ليس له من سبيل لفهمه. بالنسبة لأصحاب "الأنانة" فإن هذه الحدود تطوق أدمغتهم

بإحكام أو ربما مجرد عقولهم النظرية أو روحهم المعنوية. بالنسبة للاتهام وباحتوائه على سائر العالم فإن "الإبداعيين" (أصحاب نظرية الخلق) فى يومنا هذا يعتقدون فى حدود على نفس الشاكلة ليس فيما يتعلق بالمكان فقط وإنما أيضًا فى الزمن لأنهم يعتقدون أن الكون قد أنشئ منذ ستة آلاف سنة فقط وتم عبر أدلة زائفة ندَّت عنها أحداث سابقة. "السلوكيون" لديهم عقيدة لا تفيد معنى تام فى تفسير السلوك البشرى من خلال مصطلحات عن عمليات داخلية. بالنسبة إليهم فإن علم النفس الصحيح والشرعى هو دراسة رد الفعل المُلاحظ للناس تجاه المثيرات الخارجية. وهكذا فقد استخلصوا حدودا كتلك التى صنعها أصحاب "الأنانة" بفصلهم العقل البشرى عن الحقيقة الخارجية، ولكن بينما ينكر هؤلاء الأخيرون أن يكون للتسبيب خارج تلك الحدود أى معنى فإن السلوكيين ينكرون أى معنى للتسبيب من خلال الداخل.

ثمة هنا مدى واسع من النظريات المتصلة ببعضها البعض ولكننا يمكن على نحو له فائدة أن ننظر إليها كتنوعات لنظرية "الأنانة". أنها تختلف فى من أين استنتجت حدود الحقيقة (أو الحدود حول الجزء من الحقيقة الذى يمكن فهمه عبر حل المعضلات)، كما يختلفون فى كيف ومن أين يكون سعيهم للمعرفة من خارج تلك الحدود. ولكنهم جميعًا يمكن اعتبارهم من قبيل العقلانية العلمية بينما حلول المعضلات هى تطبيقات خارج تلك الحدود - مجرد لعبة أو مباراة. هم ربما يذعنون لأن بعض الألعاب قد تكون مفيدة أو مرضية ومهما كان فهى فقط ألعاب لا يمكن أن نخرج منها بحلول أو نتائج ذات صلاحية عن الحقيقة كما هى خارجنا.

هم أيضًا متشابهون فى موقفهم إزاء حل المعضلات كوسائل لخلق أو ابتداع المعرفة، والتى لا يمكن استقراء نتائجها من أى مصدر مطلق للتقويم. واحتراما لهذه الحدود التى اختاروها فإن كل المشايعين لهم (لكل هذه النظريات) يثقون أو يعتمدون على منهجية حل المعضلات، تلك الثقة التى تسعى لأحسن تفسير متاح وكأسلوب للعثور على أصدق نظرية متاحة. ولكن بالنسبة لصدق ما يقبع خارج تلك الحدود، فإنهم

ينظرون فى اتجاه آخر، وكل ما يسعون إليه هو مصدر للتقويم المطلق. وبالنسبة لأهل الدين فإن الوحى الإلهى هو الذى يقوم بهذا الدور. وبالنسبة لأصحاب "الأنانة" فإنهم لا يثقون إلا فى الخبرة المباشرة المنبثقة من أفكارهم، كما عبر عنها رينيه ديكارت(*) Rene Descartes فى مقولته التقليدية: "أنا أفكر فأنا إذن موجود".

وعلى الرغم من أن ديكارت كان يريد أن يؤسس فلسفته على هذا المبدأ فإنه سمح لنفسه فعليًا بافتراضات أخرى عديدة، هو بالتأكيد لم يكن من أصحاب "الأنانة" بالطبع فربما هناك عبر التاريخ بعض العباقرة منهم (إن وجدوا). "الأنانة" عادة ما يدافع عنها بأنها وسيلة لمهاجمة التسبيب العلمى أو لأنها تكئة لأى من تنوعاتها العديدة. بنفس الطريقة وعبر ذات الحديث فإنه يمكن الدفاع عن العلم تجاه العديد المتنوعين من نقاده، وفهم العلاقة الحقيقية بين السبب والحقيقة من خلال الأخذ فى الاعتبار الجدليات المضادة لـ "الأنانة".

ثمة طرافة فلسفية معروفة حول أستاذ يلقى محاضرة فى الدفاع عن "الأنانة"، وكانت المحاضرة غاية فى الإقناع لدرجة أنه بمجرد الانتهاء منها توجه بعض الطلبة المتحمسون ليشدوا على يد أستاذهم إعجابًا به، وقال أحدهم بجدية: "هائل، أنا متفق مع كل كلمة" وقال آخر: "وأنا كذلك" وعليه قال الأستاذ "أنا ممتن جدًا لذلك، إذ من النادر أن يصادف المرء فرصة الالتقاء بمن يعتقدون بـ (الأنانة)".

إن مغزى هذه اللمحة أنها تحوى جدلاً عبقريًا مضادًا للأنانة وذلك على النحو التالى: ما هى بالضبط النظرية التى وافق عليها الطلبة؟ هل هى نظرية الأستاذ بأنهم

(*) رينيه ديكارت Rene Descartes (١٥٩٦ - ١٦٥٠) فيلسوف فرنسى وعالم رياضة، ويعرف على أنه أبو الفلسفة الحديثة ومنشئ مذهب الشكية المنهجية من أجل إعادة البناء، ومن مقولاته الأشهر ما يعرف باسم الكوجيتو الديكارتى "أنا أفكر فأنا إذن موجود"، كما أسس ما يعرف بالدليل الأونطولوجى على وجود الله. (المترجم)

أنفسهم غير موجودين لأن الأستاذ فقط هو الموجود؟ لتصديق ذلك فقد كان عليهم أولاً العثور على طريقة قريبة من كوجيتو ديكارت "أنا أفكر فأنا إذن موجود". وإذا ما تمكنوا من ذلك فلن يكونوا من أصحاب الأنانة لأن الرسالة المركزية فى الأنانة أن صاحبها موجود. أو أن كل طالب قد اقتنع بنظرية تتناقض مع نظرية الأستاذ وهى نظرية أن هذا الطالب بالذات هو الموجود أما الأستاذ وسائر الطلبة فليسوا كذلك؟ هذا بالطبع يجعل منهم أصحاب أنانة لكن أى منهم لن يوافق على النظرية التى دافع عنها الأستاذ. وعلى ذلك فأى من هاتين الإمكانيتين لا تُحسب لاقتناعهم بالنظرية التى كان يدافع عنها الأستاذ وهى "الأنانة" أنهم لن يكونوا من المشايعين لها، وإذا أصبحوا كذلك فسيكونون مقتنعين بأن أستاذهم قد أخطأ.

هذه الجدلية تشهد حرفيًا بأن الأنانة غير قابلة للدفاع عنها، لأنه بقبول مثل هذا الدفاع فسيتضمن ذلك الوقوع فى التناقص. ولكن أستاذنا كان يمكنه محاولة تجنب ذلك بأن يقول شيئًا من قبيل: "كان يمكننى الدفاع بإحكام عن الأنانة ليس فى مواجهة أناس آخرون، لأنه لا وجود للآخرين، ولكن ضد الجدليات التى تعارض الفكرة. هذه الجدليات قد لفتتت انتباهى عبر القوم الحالمين الذين يتصرفون وكأن تفكيرهم يعارض تفكيرى عادة. إن محاضرتى وما تحويها من جدليات لم تكن تهدف إلى إقناع هؤلاء الحالمين، ولكن لتحثنى، وتساعدنى فى تنقية أفكارى".

ومع ذلك فلو أن ثمة مصادر للأفكار تسلك وكأنها مستقلة عن نفس المرء فهى إذن مستقلة عن المرء. لأننى لو دافعت عن نفسى كجوهر واعٍ بأنه لديه الأفكار والمشاعر التى يهتم بأنها لديه، فإن هؤلاء الحالمين الذين يبدو أننى أتفاعل معهم هم - بالتعريف - شىء آخر غير ما أعرف به نفسى، وبالتالى لا بد أن أذعن أن شيئًا آخر - سواى - له وجود. واختيارى الآخر، إذا ما كنت من أصحاب الأنانة، هو أن أنظر إلى الحالمين كما أنهم من خلق وعيى الباطن وبالتالى كجزء من نفسى عبر إحساس فاشل. ولكننى لا بد أن أكون مجبراً على أن ذاتى لها بناء ثرى معظمه مستقل عن ذاتى الواعية. وعبر

هذا البناء هناك جـواهـر - الأناس الحـالمون - والذين على الرغم من أنهم مـجـرد إنشاءات لعقلى الذى يُفترض أنه تابع للأنانة، يتصرفون وكأنهم من المُعتبرين مضادين للأنانة. ولذا فلا يمكننى أن أكون من أصحاب الأنانة كلية لأن تعريفى الضيق لذاتى سوف ينحو هذا المنحى. كثير - ومن الواضح أنهم الأغلب - من الآراء فى عقلى بصفة عامة سوف يتعارض مع "الأنانة". يمكننى أن أدرس المنطقة الخارجية عن ذاتى وأجد أنها يبدو أنها تطيع أو تنصاع لقوانين معينة هى نفس القوانين التى يتضمنها الكتاب المبدئى للحالمين والذى يستخدمه ما يسميه هؤلاء بالكون الفيزيائى. وسوف أجد الكثير من العالم الخارجى عنى عما فى منطقة ذاتى أو مما هو داخلى. دع عنك ما يحويه من مزيد من الأفكار فهو أكثر تعقيداً واتساعًا وتنوعًا، وأيضًا لديه العديد من القيم القابلة للقياس والمعايرة، عبر واقع فلكى بالنسبة لما تحويه منطقة "داخلى".

والأكثر من ذلك، أن تلك المنطقة الخارجية تعتبر طيِّعة للدراسة العلمية باستخدام مناهج جاليليو. ولأننى قد اضطررت لتعريف تلك المنطقة كجزء من نفسى، فإن الإنانة لم يعد لديها ما تتجادل به ضد صلاحية مثل هذه الدراسة، التى يتم تعريفها الآن كشكل من أشكال الاستبطان. الأنانة تسمح، وبالطبع تأخذ على عاتقها أن المرء يحصل على المعرفة من خلال الاستبطان. ولا يمكنها أن تعلن بأن الجواهر والعمليات التى تمت دراستها ليست حقيقية، طالما أن حقيقة الذات هى المسلمة الأساسية.

وهكذا نرى أنه إذا أخذنا الأنانة بالجدية الكافية - إذا اعتبرنا كأنه أمر مفروغ منه أنها صادقة، وأن كل التفسيرات ذات الصلاحية لا بد أن تعمل، دون تردد، وفقا لها - فإنها بذلك تهدم نفسها. كيف يمكن بالضبط أخذ الأنانة بجدية، وأنها تختلف عن منافستها لدى الحس العام: الواقعية؟ الاختلاف يكمن فى إعادة تسمية النظم. الأنانة تصر على الإشارة على نحو شخصى إلى أشياء مختلفة (مثل الحقيقة الخارجية، وعقلى الباطن، والاستبطان، والملاحظة العلمية) بنفس الأسماء. وإزاء ذلك فعليها أن

تعيد تقديم التفرقة بين هذه الأشياء عبر تعبيرات مثل "الجزء الخارج عن ذاتي". ولكن ليس هناك مثل هذه التفسيرات الزائدة التي ستكون ضرورية ما لم يكن هناك إصرار على إعادة تسمية النظم بشكل يتعذر تعليله. يتوجب على الأنانة أيضًا أن تدعي أو تفترض وجود مستوى إضافي من العمليات. العمليات غير المرئية وغير المعلّلة تلك التي تعطي العقل وهما أو تصوروا بأنه يعيش في حقيقة خارجية. أصحاب الأنانة الذين يعتقدون أن لا شيء له وجود غير ما يحويه العقل، عليهم أن يعتقدوا أيضًا أن هذا العقل يمثل ظاهرة من التعدّد أكبر مما يفترض عادة. أنه يحتوي على أشباه أناس آخرون كأفكار وأشباه كواكب كأفكار وقوانين فيزياء كأفكار. هذه الأفكار حقيقية. إنها تنمو بطريقة معقدة (أو تظهر على أنها كذلك) ولها قدر كاف من الاستقلالية لتدهشنا، أو تخيب آمالنا أو تنيرنا أو تعارض المستوى الآخر من الأفكار التي تسمى نفسها "أنا". ولهذا فإن تفسير الأنانة للعالم هو تفاعل أفكار أكثر منه تفاعل موضوعات. إلا أن هذه الأفكار هي من قبيل الحقيقة، وتتفاعل طبقًا للقواعد التي يرى الواقعيون أنها تحكم تفاعل الأشياء. ولذا فإن الأنانة فضلا عن كونها وجهة نظر عن العالم تكشفت إلى أقصى أساسياتها فهي عمليا واقعية نُظّمت وتم وزنها أو تقويمها بواسطة افتراضات غير ضرورية وعادات بالية لا تستحق شيئًا من حيث القيمة، وتم تقديمها فقط ليتم شرحها.

بهذه المناقشة فقد جاز أن نعفي أنفسنا من "الأنانة" وكل ما يتصل بها من نظريات. أنهم جميعًا غير قابلين للدفاع عنهم. وبالصدفة فنحن بالفعل قد رفضنا واحدة من وجهات النظر عن العالم على نفس الأرضية وهي المعروفة بـ "الوضعية" (النظرية القائلة بأن العبارات غير المتضمنة للأوصاف أو التنبؤات التي تسفر عنها الملاحظة هي من قبيل العبارات غير ذات المعنى). وكما أشرت في الفصل الأول فإن الوضعية تؤكد خلوها ذاتها من المعنى وفق مبدئها نفسه ولذا فهي مما لا يمكن الدفاع عنها بإحكام.

ولذا فإنه يمكننا أن نواصل عدم تأكيدنا، من خلال الحس العام، على الواقعية وتلك الملاحقة للتفسير عبر المناهج العلمية. ولكن فى ضوء هذه النتيجة فكل ما يمكننا قوله حول الجدل الذى يجعل من الأنانة وكل النظريات المتصلة بها سطحية ومقبولة فقط من الناحية الظاهرية بمعنى أنها لا يمكن إثباتها كما لا يمكن تقويمها من خلال التجربة؟ ما هى إذن حالة هذه الجدليات الآن إذا لم نستطع أن نبرهن على زيفها ولا اختبارها تجريبيًا، ما الذى يمكن أن نفعله؟

ثمة افتراض داخل هذا السؤال. ذلك أن النظريات يمكن أن تشملها طبقية (تتابعية)، "الرياضيات > العلمية > الفلسفية "لكى ننقص مقدار التناقص فيها وإبراز جوهر معتمديتها، كثير من الناس يضمنون وجود مثل هذه الهيراركية، رغم حقيقة أن مثل هذه الأحكام الخاصة بمقارنات المعتمدية تعتمد كلية على المناقشات الفلسفية، المناقشات التى تصنف نفسها بأنها لا يعتمد عليها ! فى الواقع فإن فكرة المتوالية هذه تنتمى لأبناء عمومة الخطأ الذى وقعت فيه التصغيرية **Reductionist** والتى ناقشتها فى الفصل الأول (نظرية أن الظواهر الميكروسكوبية وقوانينها هى الأساسية وليست الظواهر الانبثاقية). نفس الافتراض ينسحب على الاستقراء الذى يفترض أنه يمكننا الاستيثاق تماما من نتائج الجدليات الرياضية لأنها استنتاجية، وأن من المعقول التأكد من نتائج الجدليات العلمية لأنها استقرائية ولكننا أبدًا لن نكون متيقنين بالنسبة للجدليات الفلسفية التى تبدو أكثر قليلاً من كونها مسألة ذوق.

ولكن ليس أى من هذه المقولات صحيح. التفسيرات لا تقوم بواسطة الوسائل التى استقيناها منها، ولكن عبر قابليتها الفائقة للاقتراب من التفسيرات المنافسة لها والتى تستطيع حل المعضلات التى تعلن عنها. ولذا فإن الجدل حول أن النظرية غير قابلة للدفاع عنها يصبح إجباريًا. التنبؤ وأى تأكيد آخر الذى لا يمكن الدفاع، قد يبقى صحيحًا، ولكن التفسير الذى لا يمكن الدفاع عنه ليس تفسيرا على الإطلاق، ورفض مجرد التفسير على أرضية أنه لا يمكن تقويمه عبر تفسير مطلق، لا يمكن تجنب أنه

سيدفعنا للوقوع فى براثن بحوث لا طائل وراءها للعثور على مصدر مطلق للتفسير. ليس ثمة وجود لمثل هذا المصدر.

ليس هناك هذا النوع من الطبقية الاعتمادية من التفسيرات الرياضية إلى العلمية إلى الفلسفية. بعض الجدليات الفلسفية تتضمن جدليات ضد الأنانة، يكون الإجبار فيها أبعد مما فى الجدل العلمى. بالتأكيد فإن كل جدل علمى يفترض زيف الأنانة، بل وكل النظريات الفلسفية التى تتضمن أى عدد من تنوعات الأنانة والمتصلة بها والتى يمكن أن تتعارض مع أى أجزاء محددة من الجدليات العلمية. سوف أوضح فى الفصل العاشر أنه حتى الجدليات الرياضية البحتة التى تستقى معتمديتها من النظريات الفلسفية والفيزيائية التى تشكل جزءًا أساسيًا منها، ولذا فهى بعد كل ذلك لا تعزّز معتمديتها المطلقة.

وإذا ما تبنينا "الواقعية" سنظل مواجهين باستمرار بقرارات مثل هل الجواهر المشار إليها فى التفسيرات المنافسة هى حقيقية أم لا. وبإقرار أنها غير حقيقية كما فعلنا فى حالة نظرية "الملائكة" بالنسبة للتحركات السماوية فإن الأمر يتساوى إذن لكى نرفض أى تفسير يتصل بذلك.

ولذلك فإن البحث عن التفسيرات والحكم عليها يحتاج منا أكثر من مجرد رفض الأنانة. علينا أن نطور أسبابا لقبول أو رفض الكيانات التى قد تظهر لنا عبر النظريات التى نناضلها، وبكلمات أخرى فإننا نحتاج إلى معيار للحقيقة إن حكمنا على شيء بأنه حقيقى أم لا يعتمد دائمًا على مختلف التفسيرات المتاحة لنا والتى أحيانا ما تتغير فى رحلة تقدمها. فى القرن ١٩ كانت بعض الأشياء منظور إليها على أنها موثوق بها أكثر من الوثوق الذى تحظى به "الجاذبية". ليس هذا فقط ما تمثل فى نظم نيوتن فى القوانين والتى لم تتنافس مع بعضها البعض، ولكن كل فرد كان يشعر بها حتى ولو كان مغمض العينين – أو هكذا ظنوا. اليوم نحن نفهم الجاذبية عبر نظرية آينشتاين أكثر مما نفهمها من خلال نظرية نيوتن ونعلم أنه لا توجد قوة للجاذبية. إننا لا نشعر

بها! إننا نشعر بالمقاومة التى تمنعنا من اختراق الأرض أسفل أقدامنا. لا شىء يدفعنا إلى أسفل. السبب الوحيد الذى يجعلنا نقع على الأرض إذا لم يوجد ما يسندنا هو أن نسيج الزمان والمكان الذين نتواجد فيهما ينحنى.

ليست فقط التفسيرات هى التى تتغير وحدها، وإنما أيضًا تتغير معاييرنا وأفكارنا بشكل اعتيادى حول ما الذى يمكن اعتباره تفسيرًا من عدمه. ولذا فإن صنع ما هو مقبول من التفسيرات سيظل دومًا مفتوح النهاية، وبالتالى فإن قائمة المعايير المقبولة حول الحقيقة يجب أن تظل بدورها مفتوحة النهاية. ولكن ماذا عن التفسير الذى يقنعنا بسبب ما والذى يجعلنا نصنف بعض الأشياء على أنها حقيقية والبعض الآخر على أنها وهمية أو متخيلة.

استطاع(*) جيمس بوزويل **James Boswell** فى كتابة "حياة جونسون" **Life of Johnson** أن يقيم علاقة بين ما ناقشه هو ود. جونسون عن "الأنانة" عند الأسقف بيركلى(**) **Berkeley** وكيف أن العالم المادى يفتقد إلى الوجود. أشار بوزويل إلى أنه

(*) جيمس بوزويل James Boswell (١٧٤٠ - ١٧٩٥) كاتب اسكتلندى من أبرز كُتاب السيرة واليوميات فى ذلك الوقت خاصة سيرة صامويل جونسون Samuel Johnson وينتمى لأسرة قديمة متماسكة وطموحة وبضغط شديد من والده اللورد مَر بتعليم متقطع ما بين المنزل والجامعة حتى اجتاز امتحان الحقوق وعمل لمدة ١٧ عامًا محاميًا بارعًا ولكنه فى عام ١٧٦٢ أسس جريدة برزت فيها عبقريته المفقودة كما كان محبًا لحياة اللهو والمغازلات النسائية حتى أنه أصيب بالسيلان وعانى منه فى فترات عديدة من حياته ومات فى النهاية مريضًا بالسل. (المترجم)

(**) جورج بيركلى Berkeley Georg (١٦٨٥ - ١٧٥٣) فيلسوف وعالم وأسقف إنجيلى أيرلندى، وأكثر ما يعرف عنه هو التطبيب التجريبى "كل ما يحفظ الروح موجود فى إدراكنا الحسى"، وتقوم فلسفته على مبدأين: ١- العقل النشيط أو الروح تدرك الأشياء وترغب فى ذلك. ٢- الأشياء القابلة للتأثير الخارجى هى بذاتها الأفكار المحسوسة والمتخيلة فى أن معًا. أى أن كل شىء قابل للإدراك هو الذى نعيه ونحن متأكدون - كما يرى - من وجود الأجسام حولنا كما تبدو للعقل أو بدونه لأن اللون مثلاً يمكن أن يُرى وكذلك الامتداد يمكن أن يُحسّ ولكنهما ليسا مميزات عقلية بحال من الأحوال. (المترجم)

ولو أن أحدا لا يصدق النظرية فإن أحداً لا يمكنه رفضها أيضًا. ركل د. جونسون حجراً كبيراً بقدمه وقال، لدى معاودة قدمه ارتدادها بعد ارتطامها بالحجر: "أنا أرفضها" النقطة التى ارتكن إليها د. جونسون هنا أن إنكار بيركلى لوجود الحجر هو مما يصعب احتماله عما لو حاولنا البحث عن تفسير ما شعر به هو نفسه من ارتداد قدمه بعد الارتطام.

الأنانة لا تستطيع أن تتبنى تفسيراً عن لماذا هذه التجربة – أو أى تجربة أخرى – يمكن أن تكون لها مخرجات أكثر من أخرى. لشرح التأثير الذى تسبب فيه الحجر، كان د. جونسون مجبراً لأخذ موقف من طبيعة الأحجار. هل هى جزء مستقل من الحقيقة الخارجية، أم أنها شيء ملفق أنتجته أخيلته؟ وفى مرحلة متأخرة كان عليه أن ينتهى إلى أن الخيال نفسه هو عالم واسع ومعقد ومستقل بداية. نفس الخيار المؤلم والمحِّير واجه الأستاذ المنتمى للأنانة عندما تم الضغط عليه للبحث عن تفسير فكان مجبرا لأخذ موقف إزاء مشاهديه. ومن الواجب أن يذهب البحث فى الأمر إلى منحى اتخاذ موقف عن السبب وراء انتظام حركة الكواكب، النظام الذى يمكن شرحه فقط عبر نظرية مركزية الشمس. لكل هذا – ويأخذ هؤلاء الناس موقفًا جدياً من عملية تفسير العالم – فإنه سيقودهم مباشرة إلى الواقعية وإلى عقلانية جاليليو.

ولكن فكرة د. جونسون كانت أكثر من مجرد رفض الأنانة ولكنها أيضًا عبّرت عن معيار الحقيقة، المعمول به فى العالم والقائل: "إذا استطاع شيء أن يرد (الركل) فهو بالتالى موجود". رد الركل هنا لا يعنى بالضرورة أن الشيء السابق ركله يستطيع رد الركل ولكن يكفى أن يكون قد تأثر فيزيائياً بالركل تماماً فى حالة الحجر الذى ركله د. جونسون أنه من الكافى عندما نركل شيئًا فإن هذا الشيء يؤثر فينا بطرق تتطلب تفسيراً مستقلاً. على سبيل المثال لا يملك جاليليو من الوسائل ما يستطيع به أن يؤثر فى الكواكب ولكنه يستطيع أن يؤثر فى الضوء القادم منها. يتساوى ركل الحجر مع

انعكاس الضوء عبر عدسات التلسكوب وعينيه. هذا الضوء يستجيب بأن "يركل" شبكية العين، وبهذه الطريقة يستطيع أن ينتهى ليس فقط أن الضوء حقيقى بل إن مركزية الشمس بالنسبة للتحركات السماوية تتطلب تفسير النموذج الذى يعبر عن أن الطريقة التى وصل بها الضوء هى من قبيل الحقيقة بدورها.

وبالمناسبة فإن الدكتور جونسون لم يركل الحجر حتى كشخص هو عبارة عن عقل وليس جسداً. فإن د. جونسون الذى أجرى التجربة أقامها كعقل، وهذا العقل لم يركل مباشرة، وإنما بعض الأعصاب التى مررت إشارات للعضلات التى أجبرت قدميه على الحركة تجاه الحجر. وبعد قليل من ذلك تلقى د. جونسون ركلة مضادة من الحجر ولكن مرة أخرى بطريقة غير مباشرة بعد شكل الضغط الذى تشكل على حذائه ثم على جلده ثم قاد إلى نبضات كهربية فى أعصابه، وهكذا أجبرت عقل د. جونسون، مثل جاليليو وأى شخص آخر: "الركل" من خلال الأعصاب "والركل المضاد" عبرها أيضًا ومن ثم استنتاج وجود وخواص الحقيقة من خلال هذا التفاعل وحده. الذى خول للدكتور جونسون أن يستنتجه حول الحقيقة يعتمد على قدرته على تفسير ما حدث بأحسن ما يمكنه .. على سبيل المثال: لو أن إحساسه بدا أنه يعتمد على مدى امتداد ساقيه، وليس على عوامل خارجية، فربما انتهى إلى أن الأمر يتعلق بخاصية طول ساقيه أو بطبيعة عقله فقط. ربما يكون مصاباً بمرض يجعله يعانى من أثر الارتداد عندما يمد ساقيه بطريقة معينة. فى حقيقة الأمر فإن الارتداد يعتمد على ما فعله الحجر مثل أن يكون الحجر فى موضع معين ويكون بالتالى بتأثيرات أخرى غير تأثير الحجر. واصل د. جونسون مع هذه التأثيرات بجعلها تتمتع بالاستقلال عن ذاته ومعقده فى آن واحد. ولذلك فإن التفسير الواقعى لكون الحجر أنتج هذا الأثر الارتدادى اشتمل على قصة معقدة عن شىء آخر مستقل. ولكن هذا يفعله التفسير الناجم عن الأنانة. فى الواقع فإن أى تفسير يقيم وزنًا لظاهرة معاودة الارتداد فى القدم سوف يكون بالضرورة قصة معقدة عن شىء مستقل عما نسعى إليه. يجب أن يكون الأمر حول التأثير على

الحجر. الأنانة أو المنتمى إليها قد يسميها: الحجر/ الحلم، ولكن بعيداً عن هذه الدعوى فإن قصة الواقعى وقصة المنتمى للأنانة يمكنهما أن يشتركا فى ذات السيناريو.

المناقشة التى سقتها فى الفصل الثانى حول الظلال والأكوان المتوازية أدارت فى الرأس أسئلة عن الموجود وغير الموجود بما يتضمنه من سؤال آخر عن ما الذى نضعه فى الاعتبار كدليل على الوجود. وقد استخدمت معيار الدكتور جونسون. معتبرا مرة أخرى النقطة X على الشاشة فى الشكل ٢-٧ الذى يوضح أنه عند فتح شرخين فقط فى الحائل بظلّين منيرين بينما فتح شرخين آخرين فإن الأولين يظلمان وقلت: إنه "لا مهرب" من أن نصل لنتيجة أن شيئًا ما لا بد أنه عبر الشرخين الأخيرين ليمنع الضوء عن الشرخين الأولين وأن يصل للنقطة X . ليس من المنطق قول ذلك لأننا إذا لم نكن نبحث عن تفسير فعلينا فقط أن نقول إن الفوتونات التى نراها تتصرف وكأن شيئًا ما قد مر فى الشرخين الآخرين فَعَكَسَهما أو انحرف بمسارهما وفى الواقع ليس هناك شىء شبيه بهذا، وكان د. جونسون ليقول أن قدمه قد ارتدت كما لو أن الحجر هناك ولكن الواقع يقول بأن شيئًا لم يكن هناك. وسلطة الاتهام قالت أن الكواكب ومن بينها الأرض يبدون للرائى وكأنهم فى مدار حول الشمس وإنما هم فى الواقع يدرون حول الأرض الثابتة. ولكن لو أن موضوع التمرين هو تفسير حركة الكواكب، أو حركة الفوتونات، فلا بد أن نفعل كما فعل د. جونسون لا بد أن نتبنى قاعدة ميثولوجية بأنه إذا تصرف شىء كما لو أنه موجود عن طريق رد الفعل، فيجب أن ينظر إليه كدليل على الوجود. فوتونات الظل تقوم بعملية رد الفعل من خلال التداخل مع الفوتونات التى نراها ومن ثم فإن فوتونات الظل موجودة.

هل يمكننا باستخدام معيار د. جونسون أن ننتهى بالمثل إلى أن الكواكب تتحرك كما لو كانت الملائكة هى التى تدفعها ومن ثم فالملائكة موجودة؟ لا، فقط لأن لدينا تفسيرا أحسن من ذلك. نظرية الملائكة عن حركة النجوم ليست برمتها بلا جدارة. إنها

تشرح لماذا تتحرك الكواكب مستقلة عن الأفق السماوى، ولتجعل للأنانة شأوا أعلى. ولكنها لا تشرح أو تفسر لماذا تضطر الملائكة إلى دفع الكواكب فى مجموعة مدارات دون مدارات أخرى، أو بالتحديد لماذا تدفعهم كما لو أن حركتهم محددة بواسطة انحناء الزمكان(*) كما حددته تفصيلا القوانين الكونية فى النظرية النسبية العامة ولذا لا تستطيع نظرية الملائكة أن تنافس النظريات التى أبدعتها الفيزياء الحديثة.

وبالمثل استنتاج أن الملائكة قد جاءت خلال الشروخ وحرّفت الفوتونات عن مسارها .. فهو تفسير أحسن من لا شيء. ولكننا يمكننا أن نفعل ما هو خير من ذلك. إننا نعرف أن الملائكة يمكنها التجسد فى شكل فوتونات وبالتالى يجب أن تتصرف مثلها. وهكذا فإن لدينا خيارين أحدهما تفسير من خلال مصطلحات ملائكة غير منظورة تتظاهر بأنها فوتونات. والتفسير الآخر يستخدم عبارة من قبيل فوتونات غير منظورة. وفى غياب تفسير مستقل عن لماذا على الملائكة أن تتظاهر بأنها فوتونات، سيكون التفسير الأخير هو الأفضل.

نحن لا نشعر بحضور أقراننا فى عوالم متوازية ولا كان فى مقدور أصحاب الاتهام الشعور بالأرض وهى تتحرك تحت أقدامهم. مع أنها تتحرك! الآن اعتبر ماذا كان يمكن أن نشعر به لو كنا نوجد فى نسخ متعددة ونتفاعل عبر التأثيرات الضئيلة للتداخل الكمى. يتساوى هذا مع ما فعله جاليليو عندما حلل ما كان يجب أن تشعر به الأرض حيالنا لو أنها كانت تدور وفقًا لنظرية مركزية الشمس. لقد اكتشف أن الحركة ستكون مما لا يمكن إدراكه بالحواس. ولو أن عبارة "مدركة بالحواس" ربما لا تكون هى العبارة الصحيحة هنا. ليست حركة الأرض ولا حضور الأكوان المتوازية من قبيل ما يمكن فهمه مباشرة، ولا أى شيء آخر (ما عدا ربما ما حملته جدلية ديكارت:

(*) النظرية النسبية اعتبرت الزمن كما لو أن له نفس الخواص الحركية التى للأبعاد الثلاثة التى تصف المكان وبالتالى وحّدت الزمان والمكان فى ممتد رباعى الأبعاد يعرف بالزمكان. (المراجع)

(وجودك المجرد) ولكنها جميعًا مما لا يدرك بالحواس بمعنى ما. "رد الفعل" لا يدرك بالحواس إزاءنا إلا إذا اختبرناه من خلال أدواتنا العلمية. ونستطيع أن نرى بندول "فوكو" Foucault Pendulum (جهاز يحتوى بندولا تتغير حركته مع دوران الأرض أقرب إلى البوصلة التى تحدد الشمال بالنسبة لسطح الأرض ومسمى باسم مخترعه الفرنسى) يتأرجح داخل طائرة ويبدو لنا، وكأنه يجرى تدريجيًا كاشفًا حالة تعاقب دوران الأرض أسفل الطائرة المرتحلة. ونستطيع أن نستكشف الفوتونات وقد حَرفها التداخل من نظيراتها فى الأكوان الأخرى معها. إنها فقط واقعة تطور بمعنى أن الحواس التى ولدنا بها لا يمكنها التكّيف مع الشعور المباشر بمثل هذه الأشياء.

ليست شدة رد الفعل لشىء ما هى التى تجعل نظرية وجود هذا الشىء مقررة علينا، الذى يهم هو الدور الذى يلعبه الشىء والتفسير الذى تمّدنا به النظرية. لقد أعطيت أمثلة فيزيائية على كيف أن رد فعل ضعيف يقودنا إلى نتائج ضخمة حول الحقيقة لأنه لا توجد لدينا تفسيرات أخرى أفضل من ذلك. وقد يتكرر الأمر: فلو أنه لا توجد نظرية محددة المعالم بين النظريات المتنافسة فسيكون حتى رد الفعل القوى غير قادر على إقناعنا بأن مصدره المفترض له وجود مستقل وعلى سبيل المثال فقد ترى وحوشًا مرعبة تهاجمك فى أحد الأيام – وبعدها تستيقظ من نومك. إذا كان التفسير الذى زرعته الوحوش فى عقلك يبدو مقبولاً فسيكون من غير العقلانى الاعتقاد بوجود مثل هذه الوحوش. إذا شعرت بألم مفاجئ فى كتفك أثناء سيرك فى شارع مزدحم، وتلفت حولك ولم تجد ما يفسر ذلك فربما تتساءل هل تسبب فى ذلك جزء من عقلك الباطن، أو جزء من جسدك، أم هو سبب خارجى. ربما كان أحد الظرفاء قد أطلق عليك طلقة من بندقية هواء ثم تأتى إلى نتيجة بأنك لا يمكنك تحديد حقيقة مثل هذا الشخص. أما إذا رأيت طلقة بندقية الهواء وهى تتدحرج على الرصيف، ربما تستنتج أنه لا تفسير أفضل من بندقية الهواء. وفى هذه الحالة سوف تضطر إلى تبنيه. وبكلمات أخرى فأنت تستطيع بشكل تجريبى أو مؤقت أن تستدل على وجود شخص

دون أن تراه، وربما لن تراه، بالنظر لدور هذا الرجل فى أحسن تفسير متاح لديك. من الواضح أن نظرية وجود هذا الشخص ليس نتيجة منطقية لدليل قمت بملاحظته (الذى لا يحوى - بالمصادفة - إلا على ملاحظة واحدة). ولا تحوى هذه النظرية تعميمًا استقرائيًا مثل أن توجد ذات الملاحظة لو قمت بالتجربة مرة ثانية. أو لأن النظرية يمكن اختبارها تجريبيًا: التجربة لا يمكن لها أبدا أن تبرهن على غيبة هذا المازح المختفى. على الرغم من كل ذلك فإن النظرية يمكن أن تتمتع بالقدرة على الإقناع الهائل ما دامت تمثل التفسير الأفضل.

حيثما استخدمت معيار د. جونسون للمجادلة حول حقيقة شىء، دائمًا ما يتصل بذلك عنصر مميز يساهم فى الأمر، ذلك هو ما يعرف بـ "التعقيد". نحن نفضّل التفسيرات البسيطة أكثر من تلك التى يشوبها التعقيد. وأيضًا نفضّل التفسيرات التى تأخذ فى اعتبارها التفصيل والتعقيد بالمقارنة مع الشروح التى تتناول عناصر بسيطة من الظاهرة. معيار د. جونسون يقول لنا أن ننظر للكينونات المعقدة على أنها حقيقية حيث لو لم نفعل لأدى ذلك إلى تعقيد تفسيراتنا. مثل وجوب النظر إلى الكواكب على أنها حقيقة لأننا لو لم نفعل فسوف نضطر إلى تفسيرات معقدة عن الفضاء الكونى السماوى، أو قوانين فيزياء معكوسة أو متغيرة أو الحديث عن الملائكة، أو أيا ما يكون، وتحت وطأة هذا الافتراض بوجود مثل هذه التفسيرات سوف يتحول وجود الكواكب إلى توهم بها وهى تدور فى الفضاء.

إذن ؛ فالتعقيد الذى نلاحظه فى بناء أو سلوك كينونة ما هو جزء من الدليل على أن هذه الكينونة حقيقية. نحن لا نعتقد من انعكاس صورتنا على المرايا بأنها أشخاص حقيقية. بالطبع فإن الكينونات الوهمية هى بذاتها عمليات فيزيائية حقيقية. ولكن طبيعة الوهم تظهر لنا أن لا ضرورة لاعتبارها حقيقية لأنها تكتسب تعقيدها من مصدر آخر. هى ليست مستقلة التعقيد. لماذا نقبل بنظرية انعكاسات المرايا، ونرفض نظرية مركزية الشمس فى الفضاء السماوى. لأن إعطاءنا تفسيرًا بسيطًا عن عمل المرايا سوف

يجعلنا نفهم أنه لا يوجد أي شيء عبقرى وراءها. لن نحتاج إلى مزيد عن التفسير لأن الانعكاسات، ولو أنها معقدة، ليست مستقلة، لأنها مجرد استعارت تعقيدها من خارجها. ليس الأمر كذلك بالنسبة للكواكب. النظرية الخاصة بوجود الفضاء السماوى الكونى وأن لا شيء وراؤه من شأنها أن تجعل المشكلة أسوأ. لأننا لو قبلنا بها فإنه بدلا من الاكتفاء بالسؤال عن كيفية عمل النظام الشمسى سوف نبدأ بسؤال قبله كيف يعمل الفضاء السماوى ثم بعدها كيف يقوم النظام الشمسى بأداء العمل. إنه لا يمكننا تجنب هذا السؤال الأخير وهو ليس أكثر من تكرار للإجابة التى حاولنا التساؤل عنها فى البداية. والآن يمكننا إعادة صياغة معيار د. جونسون على النحو التالى:

"إذا كانت لأية كينونة، وفقًا لأبسط تفسير لها، طبيعة معقدة ومستقلة، فهى إذن حقيقية".

نظرية التعقيد الحسابية هى فرع من علم الكمبيوتر والذى يهتم بالمصادر (مثل الوقت، وسعة التخزين والطاقة) التى يتطلب أن تأخذ دورها فى عملية الحوسبة. وتعقيد جزء من المعلومات يتم تعريفه عبر مصطلحات عن المصادر الكمبيوترية التى يحتاج إليها الكمبيوتر لإنتاج هذا الجزء من المعلومة، (تعبيرات مثل: طول البرنامج، عدد الخطوات الكمبيوترية، قدر سعة التخزين). مجموعة تعريفات مختلفة يجرى العمل بها طبقًا لمجال تطبيق كل منها. التعبير الفعلى المستخدم لا يهمنا كثيرا هنا. إلا أنها جميعًا تنبنى على فكرة أن العملية المعقدة هى تلك التى تقدم لنا على نحو فعال النتائج الجوهرية والملموسة لعملية الحوسبة. وبنفس الروح فإن حركة الكواكب" تقدم لنا النتائج الجوهرية والملموسة لعملية الحوسبة" وهو ما يزين الأفق السماوى. تخيل أفق سماوى يديره كمبيوتر الذى يحصى بالضبط الصورة التى يجب أن يعرضها على شاشة البروجيكتور لتقدم لنا السماء فى الليل. لكى يفعل ذلك بشكل موثوق به فعلى الكمبيوتر استخدام الصيغة التى تمده بها نظريات الفلك. فى الواقع فإن عملية الحوسبة مطابقة لتلك العملية التى تجرى لإحصاء التنبؤات وكيف يحدد الملاحظون النقطة التى يوجهون

لها تيلسكوباتهم لرؤية الكواكب والنجوم. والذى نعنيه بقولنا إن مظهر الفضاء السماوى معقد كتعقيد الصورة التى نراها للسماء ليلا. ذلك أن كل من عمليتى الحوسبة واحدة تصف سماء الليل والأخرى تصف الفضاء السماوى، كليهما متطابق بدرجة كبيرة، وبالتالى نستطيع التعبير مجدداً عن معيار د. جونسون من خلال تعبيرات الحوسبة المفترضة، على النحو التالى:

"إذا كان ثم كمية جوهرية وملموسة من الحوسبة يتطلبها إمدادنا بوهم أن كينونة معينة هى حقيقية، فهى إذن حقيقية".

لو أن ساق د. جونسون تصاب بردة الفعل تلك على نحو ثابت لا يتغير كلما قام بفردها، إذن لكان مصدر توهمه (الرب، ماكينة فعلية للحقيقة، أو أيا ما يكون) سيتحقق عبر عملية حوسبة بسيطة لتحديد متى يأتيه الشعور برد الفعل (شىء مثل: إذا ساق امتدت إذن ثمة رد فعل ...") ولكن لإعادة إنتاج ما خبره د. جونسون فى تجربته الفعلية فلا بد أن تأخذ فى الحسبان أين كان الحجر، وعما إذا كانت قدم د.جونسون ستصيب الحجر أو ستخفق فى ذلك، ما مدى ثقل الحجر، مدى صلابته، مدى شدة غرزه فى الأرض، وهل سبق لأحد آخر أن ركله وهكذا... عملية حوسبة متسعة.

الفيزيائيون المتمسكون بوجهة نظر واحدة إزاء العالم يحاولون أحياناً تفسير ظاهرة التداخل الكمية كما يلى:

لا توجد فوتونات ظل. والذى نراه من تأثير للشروخ البعيدة على الفوتونات التى نراها هو من قبيل اللاشىء. نوع ما من التأثير عن بعد (كما فى قانون نيوتن عن الجاذبية) هو ببساطة الذى يسبب للفوتونات أن تغير مسارها عند فتح شرخ على مسافة بعيدة. إلا أن هناك ما هو بسيط لما يجرى هنا على بعد. وعلى قانون فيزيائى صحيح أن يقول: إن هناك ما أثّر على الفوتونات وهى أشياء بعيدة تماماً كما لو أن شيئًا ما يمر عبر الفتحات البعيدة ثم يرتد من مرايا بعيدة بحيث يقابل الفوتون فى

المكان والزمان الصحيح. حوسبة كيف يتصرف الفوتون إزاء هذه الأشياء البعيدة لا بد أنه يتطلب نفس الجهد الحوسبى للتأريخ لعدد كبير من فوتونات الظل.

سوف تخوض الحوسبة فى قصة ما الذى تفعله كل واحدة منها كيف تنحرف كيف توقف ولماذا وهكذا. ولذلك كما فى حالة حجر د. جونسون وكما فى حالة كواكب جاليليو؛ فإن مسألة فوتونات الظل لا بد أن تظهر بالضرورة فى تفسير التأثيرات الملاحظة. وإنقاص هذا التعقيد يصبح متعذرا فى هذه القصة لأنه من شأنه أن يجعل إنكار أن هذه الموضوعات موجودة متعذرا بدوره.

أنشأ الفيزيائى دافيد بوم(*) David Bohm نظرية تتطابق تنبؤاتها مع تنبؤات نظرية الكم، وفيها ثمة موجة ما تصاحب كل فوتون وتمسح الحائل بأكمله لتمر عبر الشقوق وتتداخل مع كل فوتون نراه. نظرية بوم عادة ما يتم تقديمها على أنها نوع كونى من تنوعات نظرية الكم. ولكن طبقًا لمعيار د. جونسون فهذه غلطة. لأن العمل مع موجة بوم غير المنظورة سيتطلب نفس الحوسبة التى يتطلبها العمل مع تريليونات من فوتونات الظل. أجزاء من هذه الموجة تصفنا نحن (الملاحظون، الكاشفون) ومن ثم تقوم برد الفعل إزاء الفوتونات، بينما أجزاء أخرى من الموجة تصف وجوها أخرى لنا وتقوم برد الفعل إزاء فوتونات لها مواضع أخرى. التسميات التى خلعها بوم على الأشياء فى نظريته وبشكل متواضع - بالإشارة إلى ما يقترب من الحقيقة مثل "الموجة" - لا يغير من حقيقة أن نظريته تشمل أن الحقيقة تتضمن مجموعات كبيرة من الكينونات التى ندرك من كل منها كينونات أخرى فى نفس المجموعة ولكن فقط ندرك بشكل غير مباشر

(*) دافيد بوم David Bohm قام بتلخيص وافٍ للأعمال التى قام بها أينشتاين وآخرين عن ميكانيكا الكم، والتى تتركز فى تحليل قياس مكان وزمن زوجين من النظم المتفاعلة، والتى انتهت إلى أن أى نظرية لا تغطى وصفًا كاملاً لأى حقيقة فيزيائية. (المترجم)

الكينونات فى المجموعات الأخرى. هذه المجموعات من الكينونات بكلمات أخرى هى الأكوان المتوازية.

لقد وصفت مفهوم جاليليو الجديد عن علاقتنا بالحقيقة الخارجية كاكتشاف منهجى عظيم. إنها تعطينا تسبيبًا جديدًا يمكن الاعتماد عليه متضمنًا الدلائل الممكن ملاحظتها. هذا بلا شك وجهًا من وجوه اكتشافه: التسبيب العلمى المعتمد عليه، ليس بمعنى أن تشهد بأن أى نظرية بالذات ستبقى دائمًا غير قابلة للتغير حتى ولو للغد القريب. ولكن بمعنى أننا نكون فى الموقف الصحيح عندما نعتمد عليها. لأننا نكون على صحة عندما نسعى للعثور على حلول للمعضلات أكثر من بحثنا عن تقويمات مطلقة. الدلائل الملاحظة هى بالطبع أدلة، ليس بمعنى أن أى نظرية يمكن استقراؤها أو استنباطها أو بأى طريقة يمكن الوصول بها إليها، ولكن بمعنى أنها يمكن أن تقيم سبب عبقرى للمفاضلة بين نظرية وأخرى.

ولكن هناك جانب آخر لاكتشاف جاليليو، والذى يحظى بتقدير أقل من سابقه ذلك أن معتمدية التسبيب العلمى ليس مجرد مساهمة فى معرفتنا أو علاقتنا بالحقيقة. ولكنه أيضًا حقيقة جديدة عن الحقيقة الفيزيائية نفسها، وهى الحقيقة التى عبر عنها جاليليو فى جملته "كتاب الطبيعة مكتوب بواسطة رموز رياضية". كما قلت أنه من المستحيل حرفيًا قراءة أى شريحة صغيرة فى أى نظرية عن الطبيعة: وهى الغلطة التى وقع فيها الاستقراء. ولكن الموجود هناك هى أدلة وبتحديد أكثر الحقيقة المتصلة بالأدلة لو أننا تفاعلنا معها بالطريقة الصحيحة. لو عندنا شريحة من نظرية أو حتى شرائح من عدة نظريات متنافسة، فإن الدليل متاح هنا ليجعلنا قادرين على التفرقة بينهم. أى واحد يمكنه البحث عنه والعثور عليه والبرهنة على ما إذا كانت أى من هذه النظريات قد تجشمت الخطى، وهو فى ذلك لا يحتاج أى سلطة أو إذن أو إلى كتاب مقدس، فقط يحتاج توجيه النظر إلى الوجهة الصحيحة، إن لديه فى عقله مجموعة من المعضلات

الخصبة المثمرة وعدة نظريات واعدة، إن ذلك وحده يفتح الباب ليس فقط للدليل بل كل بحث فى آلية المعرفة كمفتاح ساهم فى مفهوم جاليليو للمعرفة.

ربما ظن جاليليو أن ذلك هو الدليل الذاتى، ولكن الأمر ليس كذلك، إنه تأكيد عبر أسماء للأشياء عن كيف تكون عليه الحقيقة. من المنطقى أن الحقيقة لا تحتاج إلى خاصية هذا العلم الودود (إذا جاز التعبير) ولكنها بالفعل تحتاجها وبوفرة. عالم جاليليو مستقر تماما عبر مثل هذه الأدلة. كوبر نيقوس حشد الأدلة عن نظريته حول مركزية الشمس وهو فى بولندا. تيكو براه Tycho Brahe جمع أدلته فى الدانمارك. وكذلك فعل كبلر[*] Kepler فى ألمانيا. وعندما وَجَّه جاليليو تلسكوبه إلى السماوات فوق إيطاليا جنى مجموعة مداخل أكثر لنفس الأدلة. كل جزء من سطح الأرض، فى أى ليلة صافية ولعدة بلايين من السنين تغمره الأدلة الفلكية.

وبالنسبة لعديد من العلوم الأخرى فالأدلة تلعب دورها بنفس الطريقة لنراها بطريقة أكثر وضوحًا فى الأزمنة الحديثة عبر الميكروسكوب وعديد من الأدوات الأخرى، وإذا كان الدليل ليس بعد مطروحًا فيزيائيًا فيمكننا أن نستحضره للوجود من خلال وسائل خاصة أو حيل معينة مثل الليزر وحوائل مثقوبة، حيل مفتوحة لأى شخص فى أى وقت لبنائها، وستبقى الأدلة هى نفسها بصرف النظر عمَّن كشف عنها. والنظرة الأكثر أصالة هى تلك القابلة أو متاحة لمزيد من الأدلة للبرهنة عليها (لهؤلاء الذين يعرفون كيف ينظرون) ليس فقط فوق الأرض بل فوق العديد منها.

(*) جوهان كبلر Kepler Johannes (١٥٧١ - ١٦٣٠) فلكى ألمانى اكتشف أن الأرض والكواكب تدور حول الشمس فى مدارات معينة، وبذلك غير المفهوم السابق عليه عن السماء إلى مفهوم فلكى ديناميكى. وقد استخدم فى ذلك وبذكاء ملحوظ الملاحظات الجيدة الذى خلّفها له أستاذه تايكو براه Tycho Brahe واستنتج منها بمهارة ثلاثة قوانين كوكبية كانت بمثابة التمهيد المثالى لنيوتن بعد ذلك لأن يضع نظريته الهائلة عن القوة الجاذبة. (المترجم)

تتشابه الحقيقة الفيزيائية مع ذاتها على مستويات عدة عبر التعقيد المذهل فى الكون والأكوان المتعددة، وبعض النماذج منها يتكرر بلا حدود للتكرار مهما كان الأمر. الأرض وكوكب المشترى يعتبران كوكبين غير متشابهين بشكل درامى من عدة نواح إلا أنهما يدوران فى شكل القطع الناقص، كما أنهما مصنوعان من نفس المجموعة المتضمنة مئات من ذات العناصر الكيميائية (وإن فى شكل نسب مختلفة) وهكذا كل نظرائهما فى الأكوان المتوازية المتوافرة فى كواكب أخرى فى المجرات البعيدة. والدليل كما يعتبره كذلك فى اللحظة الحالية الفيزيائيون والفلكيون كان أيضًا متوفرًا ومتاحًا منذ بلايين السنين، وسيظل كذلك لبلايين أخرى من السنين المقبلة. ثمة وجود بالغ لنظريات عامة ومفسرة تعنى بالقول أن الموضوعات والأحداث المتباينة أو المتفاوتة تتشابه مع بعضها البعض من عدة وجوه. إن الضوء الذى يصلنا من المجرات بعد كل شىء هو مجرد ضوء ولكنه يبدو لنا وكأنه أشبه بالمجرات. وهكذا تشمل الحقيقة ليس الدليل وحده وإنما أيضًا الوسائل (مثل عقولنا وأدواتنا المصنوعة بأيدينا) التى نفهمها بواسطتها. هناك رموز رياضية فى الحقيقة الفيزيائية. الحقيقة القائلة بأننا نحن الذين وضعناها هناك لا يقلل من كونها فيزيائية. عبر هذه الرموز - فى فضائنا السماوى، وفى كتبنا، وأفلامنا، وذاكرة الكمبيوترات، وفى أدمغتنا - ثمة صور مكبرة للحقيقة الفيزيائية ليس مجرد مظهرها الخارجى إنما فحواها وبناؤها. ثمة قوانين وتفاسير سواء انبثاقية أو استنباطية. ثمة أوصاف وشروح للانفجار الكبير(*) وللجزئيات الأقل

(*) الانفجار الكبير.. الانسحاق الكبير Big Crunch .. Big Bang وتقول هذه النظرية - والمتربعة حاليًا على رأس النظريات السائدة عن منشأ الكون ومصيره على الأقل من حيث الاعتقاد والعمل بها - بأن الكون قد بدأ من بذره (أقل شىء يمكن أن يوجد) ويطلق عليها اسم مفرده Singularity ورغم صغرها ذاك فقد احتوت على كل ما فى الكون من مادة وطاقة، وقد انفجرت فى لحظة ما (ويطلق عليها زمن بلانك ويعادل ١٠^-٤٣ أى واحد وعلى يساره ٤٣ صفرًا ثم فاصله) ليتشكل الكون عبر ملايين السنين إلى ما هو عليه حاليًا من مجرات وكواكب وما إليه (بما فيها المخلوقات) وهذه المجرات مستمرة فى التوسع (التمدد) عن بعضها البعض وفى جميع الاتجاهات وبنفس المستوى وإلى أبعد ما يستطاع رؤيته حاليًا. =

من ذرية؛ وللعمليات؛ ثمة تجريدات رياضية؛ وقصص: وفن، ومبادئ أخلاقية، فوتونات ظل؛ وأكوان متوازية. هذا إلى حد أن تلك الصور والرموز والنظريات صادقة وتتضمن بعظيم الاحترام الأساس الصارم للأشياء المجردة التى تشير إليها - وجودها نفسه يعطى الحقيقة نوعا جديداً من التشابه الذاتى والذى نطلق عليه :"المعرفة".

= واستتبع الأمر ظهور نظرية تعرف باسم الكون النابض Pulsating Universe وتقول بأن المادة تتطاير متناثرة ولكنها سوف تبدأ بالتقلص بتأثير الجاذبية المشتركة لأقسامها المختلفة فيما يسمى بالانسحاق الكبير إلى أن تصل إلى درجة معينة من التركيز كالتى بدأت، ثم تنفجر من جديد ومن خلال هذه العملية وتكررها فإن المادة تتخلق ولا تزول بل يُعاد توزيعها مرة بعد مرة. (المترجم)

اصطلاحات:

نظرية مركزية الشمس: Heliocetric theory	النظرية القائلة بأن الأرض تدور حول الشمس، وفى نفس الوقت تدور حول نفسها (حول محورها).
نظرية مركزية الأرض: Geocetric theory	والتى تقول بأن الأرض فى حالة سكون (ثبات) والأجسام الفلكية الأخرى هى التى تدور حولها.
الواقعية: realism	نظرية أن فيزياء الكون الخارجية تتمتع بالوجود كما أنها تؤثر فينا عبر ما لدينا من حواس.
موسى أوكام: Occam's razor	(من خلال صياغتى أنا) لا تعمد إلى تعقيد الشروح بدون ضرورة تستوجب التعقيد لأنك لو فعلت سوف تظل التعقيدات الزائدة باقية بدون تفسير.
معيار د. جونسون Dr Johnson's criterion	إذا كان لشىء ما رد فعل (Kick Back) فهو إذن موجود، وعلى نحو تفصيلى أكثر، إذا كان لشىء طبقًا لأبسط تفسيراته كينونة معقدة ومستقلة إذن فهذه الكينونة موجودة (من صياغتى أيضًا).
التشابه الذاتى: Self - similarity	بعض أجزاء الحقيقة الفيزيائية (مثل الرموز والصور، أفكار الإنسان) تشتمل على أجزاء أخرى. هذا التضمن أو

	الاشتمال قد يكون متماسكًا وصلبًا مثل ما تحتوى صور الفضاء السماوى على السماء الليلية، والأهم من ذلك أنها قد تكون تجريدية مثل عندما تكون عبارة من النظرية الكمية مطبوعة جيدًا فى كتاب شارحة على نحو صحيح لأحد أوجه التعدد الكونى. (بعض القراء من الذين لديهم ألفة مع الهندسة الخاصة بالأدوات المصنوعة بيد الإنسان، فإن التشابه الذاتى هنا يعرف بأسلوب أوسع كثيرًا عن المستخدم فى هذا المجال).
نظرية التعقيد: Complexity theory	الفرع من علم الكمبيوتر الذى يهتم بالمصادر التى يتطلبها أداء بعض مستويات الحوسبة (مثل زمن الأداء، وطاقة الجهاز، وسعة ذاكرته).

الخلاصة :

على الرغم من أن الأنانة وبعض المعتقدات المتصلة بها تكون متماسكة ذاتيًا من الناحية المنطقية، فهى عند المقارنة يمكن رفضها ببساطة كتفسيرات إذا ما أُخذت بالجدية الواجبة. وبالرغم من أن دعواها أنها وجهات نظر مبسطة حول العالم، باعتبار أن أى تحليل يظهرهما غير قابلين للدفاع عنهما عند دراستها تفصيليًا مع "الواقعية". الكينونات الحقيقية تتصرف على نحو معقد ومستقل، مما يمكن اعتباره معيارا للحقيقة إذا كان لشىء رد فعل فهو إذن موجود. التسبيب العلمى الذى يستخدم الملاحظة ليس فقط أساس للتأمل والنظر، وإنما للتفرقة التى تتكافأ فى شروحاتها، بما يعطينا معرفة عبقرية بالحقيقة.

وبالتالى فإن العلم وأشكال المعرفة الأخرى قد تشكلت عبر خاصية خاصة من التشابه الذاتى فى فيزياء العالم. وليس الفيزيائيون هم أول من ميز هذه الميزة ودرسها وإنما الرياضيون وأخصائيو الكمبيوتر وسموها "عالمية الحوسبة". نظرية الحوسبة هى فرعنا الثالث من الفروع الأربعة التى نتبناها.

الفصل الخامس

الحقيقة التقديرية (التَخَيُّلية)

تم تدريس نظرية الحوسبة من الناحية التقليدية فى المجال التجريدى كموضوع من موضوعات الرياضة البحتة. وهذا قد يفقدنا الهدف منها، الكمبيوتر هو من الناحية الفيزيائية موضوع من موضوعاتها، والحوسبة هى عمليات فيزيائية أيضًا، ما تستطيعه الكمبيوترات وما لا تستطيعه، كلاهما تحكمه قوانين الفيزياء وحدها، وليست الرياضة البحتة، وواحدة من أهم مفاهيم الحوسبة هى "العالمية" أو "الشمولية". الكمبيوتر العالمى دائمًا ما يتم تعريفه بأنه ماكينة مجردة تستطيع أن تحاكى الحوسبة الصادرة من ماكينة مجردة أخرى طالما أنها فى المستوى المعرّف به جيداً. ومع ذلك فإن معنى العالمية يكمن فى الحقيقة القائلة بأن أى كمبيوتر عالمى، أو على الأقل الآلات القريبة بشكل جيد منه، يمكنه أن يتم بناؤه واستعماله ليحسب ليس فقط سلوك كل آلة تجاه الآلات الأخرى، ولكن أيضًا السلوك الذى تتخذه الكينونات الفيزيائية المثيرة والمجردة، وحقيقة أن ذلك ممكن وهو جزء من التشابه الذاتى فى الحقيقة الفيزيائية والذى أشرت إليه فى الفصل السابق.

المُعلن والمعروف عن العالمية الفيزيائية يمثل منطقة من التقنية كانت دائمًا محل نظر ومناقشة لعدة عقود مضت ولكنه الآن فقط أخذ فى التحليق بمسمّى الحقيقة التقديرية (أو المتخيلة أو الافتراضية). المصطلح يشير إلى أى موقف يُعطى فيه المرء بطريقة اصطناعية خبرة تواجده فى بيئة معينة. على سبيل المثال: مُحاكى الطيران - وهى ماكينة من شأنها أن تعطى قائد الطائرة خبرة الإقلاع والطيران بطائرة دون أن يكون مضطرًا لمغادرة الأرض - وهو طراز من مولدات الحقيقة التقديرية. مثل هذه الماكينة (ولتحديد المسألة أكثر فهو الكمبيوتر الذى يديرها) يمكن برمجتها بخصائص وسمات الطائرة الحقيقة أو المتخيلة وكل بيئة الطائرة مثل الجو والشكل العام للمطارات يمكن أيضًا تحديدها فى البرنامج. وأثناء إقلاع قائد الطائرة من مطار إلى آخر يمكن للمحاكى أن يتسبب فى إظهار الصور الصحيحة عبر نافذة الطائرة، والمطبات الصحيحة والإحساس بزيادة السرعة ونقصانها، والقرارات الصحيحة التى تظهر على

الآلات.. وهكذا يمكنه أن يجسِّد المؤثرات مثل الاضطرابات أو الفشل الميكانيكى، ويقترح مواصفات الحلول الأمثل لإصلاح حالة الطائرة فى مثل هذه المواقف. وهكذا يمكن للمحاكى أن يعطى قائد الطائرة مستوى عريضًا من خبرة الطيران، ومن بينها بعض الخبرات التى لا يستطيعها الطيران الفعلى، إذ يمكنه أداء بعض ما يمكنه إضفاء الصعوبة والشدة على قوانين الفيزياء ذاتها كالطيران عبر الجبال وبأسرع من سرعة الضوء وأيضًا بلا وقود على سبيل المثال.

وطالما نحن نَخْبرُ بيئتنا عبر حواسنا، فأى مولِّد للحقيقة التقديرية يجب أن يكون قادرًا على التأثير فى هذه الحواس ليتجاوزها ويهيمن على وظائفها الفعلية حتى نستطيع أن نمر بخبرة بيئة محددة بدلا من البيئة الفعلية. لقد يبدو هذا وكأنه يبرز عبر صفحات كتاب "عالم جديد شجاع" **Brave New World** لمؤلفه ألدوس هكسلى(*) **Hux-ley Aldous**، ولكن مسألة تقنية التحكم الاصطناعى فى حواس الإنسان حيال الخبرة كانت تتطور منذ آلاف السنين. كل تقنية الفن التمثيلى، واتصالات المسافات الطويلة يمكن التفكير فيها على أنها نوع من تجاوز الوظائف الطبيعية للحواس. حتى صور الكهوف السابقة عن التاريخ المعروف تعطى للمشاهد لها بعض من الخبرة فى رؤية حيوانات لم تكن موجودة فعلا هناك. اليوم يمكننا أن نقوم بذلك بشكل أكثر دقة، باستخدام الأفلام والتسجيلات الصوتية وإن كانت ليست بالدقة الكافية لأن تكون البيئة المُقلَّدة لا يمكن التفرقة بينها وبين تلك البيئة التى صُمِّمت كى تحاكيها.

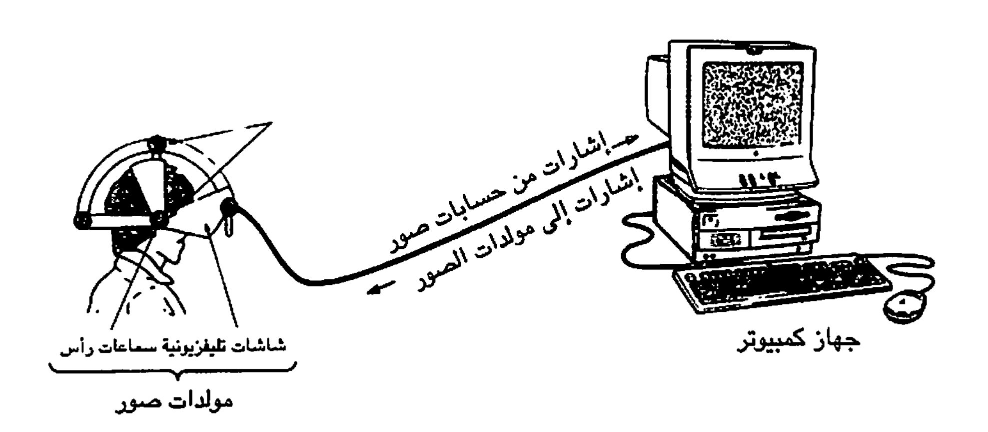
(*) ألدوس هكسلى Huxley Aldous (١٨٩٤ - ١٩٦٣) كاتب إنجليزى وناقد فذ، تميزت مؤلفاته بالرقى وسطوع الموهبة وبنظريته المتفائلة (كان حفيدًا لبيولوجى مهم، كان والده من كتاب السيرة والرسائل الذين يشار إليهم بالبنان) ورغم معاناته الطويلة من العمى الجزئى الذى تصعب معه القراءة، فقد كانت له مؤلفات بارزة مثل "عالم جديد شجاع" ١٩٣٢ و"السمو الرمادى" ١٩٤١ و"الأدب والعلم" ١٩٦٣ و"أبواب البصيرة" ١٩٥٤ وغيرها. (المترجم)

سوف أستخدم مصطلح "مولِّد الصور" لأطلقه على أى صورة للفضاء السماوى أو جهاز صوت عالى الجودة أو صورة لإحدى السحابات التى تجوب السماء عاليا. والتى يمكنها أن تولد إحساسًا معينًا كمدخلات للمستخدم: صور محددة، أصوات، روائح أو نكهات، وهكذا، وكلها تحسب على أنها فى ذات الإطار: "الصور". على سبيل المثال لكى تولد الصور الأصلية (كالروائح) للفانيليا والتى نشمها عندما نفتح زجاجة الفانيليا بعد إحضارها من على رف التوابل.

كى نولد صورة (السمعيات) مثل الكونشيرتو رقم ٢٠ للبيانو من وضع موتسارت Mozart فإننا نضع الأسطوانة المدمجة. التى تحتويها فى جهاز صوت عالى الجودة. أى مولد للصور على هذا النحو هو تغطية لنوع من مولد الحقيقة التقريبية، ولكن عادة ما يحتفظ بالمصطلح للأحوال التى تشتمل على تغطية عريضة لحواس المستخدم، وعنصر جوهرى للتفاعل (رد الفعل) بين المستخدم والكينونات التى تجرى محاكاتها.

وفى هذه الأيام تسمح ألعاب "الفيديو" بالتفاعل بين اللاعب وموضوعات اللعبة، إنما على مستوى صغير أو قليل من مدى حِّس المستخدم أو اللاعب. "البيئة" المستحضرة أو المنقولة تشتمل على صور متاحة على شاشة صغيرة وجزء من الأصوات التى يسمعها المستخدم. ولكن فيديو الحقيقة التقديرية التى تستحق التسمية أكثر منها موجودة بالفعل. وعلى سبيل التطابق فإن المستخدم يرتدى خوذة تتضمن فى مبناها سماعات رأس وشاشتين تليفزيونيتين واحدة لكل عين، وربما قفازات وملابس أخرى جميعها متصلة بالكهرباء لتصبح مولدة لخواص الضغوط. وهناك أيضًا حساسات تستطيع أن تجس أى حركة فى جسد المستخدم خاصة فى منطقة الرأس. والمعلومات عما يفعله المستخدم يتم تمريرها عبر كمبيوتر من شأنه أن يحسب ما الذى يجب أن يراه المستخدم أو يسمعه أو يحس به وكيف يكون رد فعله عن طريق إرسال

إشارات صحيحة لمولد الصور (شكل ٥-١). وعندما ينظر المستخدم إلى اليمين أو اليسار فإن الصور فى عمق كل من شاشتى التليفزيون، كما هو الشأن فى البيئة الفعلية، سوف تعرض للمستخدم ما يمكن أن يراه يمين ويسار البيئة المتخيلة المحاكية لها. المستخدم يستطيع أن يصل إلى شىء محاكٍ ويلتقطه ويحس به كما لو كان فعلياً لأن مؤثرات القفازات سوف تولد رد الفعل اللمسى الصحيح للشىء فى أى موضع أو اتجاه كان عليه.



(شكل ٥- ١)

الحقيقة التقديرية كما يتم إنجازها الآن

وفى الوقت الحالى فإن مباريات الألعاب والسيارات هى الاستخدام الرئيسى للحقيقة التقديرية ولكن وفرة من التصورات الجديدة لمجالات استخدام أخرى تلوح فى المستقبل القريب. فسوف يكون فى القريب من العادى جداً أن ينشئ مهندس طرازاً مبدئياً لمبنى حيث يستطيع العميل أن يدور حوله ليختبر أى إصلاحات أو تطويرات

يمكن إدخالها عليه قبل تأسيسه وذلك كوسيلة نسبية لتوفير الجهد. سوف يستطيع المتسوقون التجول (وبالطبع الطيران) حول وداخل مراكز التسوق، دون أن يغادروا منازلهم، ولا مزاحمة المتسوقين الآخرين، أو الاستماع لموسيقى لا يرغبون فى سماعها. ولا حتى بالضرورة يشعرون بأنهم وحدهم داخل هذه المراكز، لأن عدداً من المستخدمين يمكنهم أن يذهبوا للتسوق عبر الحقيقة التقريبية وكل منهم تكون له الصور ذاتها التى لدى المستخدمين الآخرين كما لو كانوا فعلاً فى مراكز التسوق الفعلية، وذلك دون أن يضطر أى منهم لمغادرة منزله. الاجتماعات والكونشرتات سوف تعقد بدون استلزامها مسارح أو قاعات استماع تقام فيها أو عليها، وليس فقط سيوفر ذلك تكاليف المشاهدة وعناء الضيافة والانتقال إلى المكان وإنما أيضًا سيتيح لكل المشاهدين أن يجلسوا فى المقاعد المريحة التى يفضلونها فى نفس الوقت.

لو أن الأسقف بيركلى و سلطة الاتهام (التى حاكمت جاليليو) كانا يعلمان بالحقيقة التقديرية ربما كانا سيتمسكان بها كوسيلة ناجعة لإثبات خداع الحواس، ويشحذوا بها جدلهم ضد التسبيب العلمى. ماذا سيحدث لو أن طيار المحاكى أراد أن يختبر المعيار الذى استخدمه د. جونسون فى الواقع الفعلى؟ ولو أن الطائرة المشابهة أو المتخيلة وكل ما يحيط بها لا يوجدون فى الواقع الفعلى إلا أن لهم رد فعل تجاه الطيار كما لو كانوا حقيقيين. إن الطيار يستطيع أن يفتح الخانق (المارش) ويستمع إلى صوت المحرك (الموتور) وهو يزأر كرد فعل لحركته، ويرى الطائرة عبر نافذتها وهى تحث فى سيرها، ويشاهد تذبذب ثم ذوبان الغاز فى الفضاء على الرغم بأنه ليس هناك محرك على الإطلاق. ويمكن للطيار أن يمر بخبرة الطيران عبر عاصفة، ويستمع للرعد ويرى قطرات المطر وهى تصطدم بزجاج النوافذ دون أن يوجد أى من هذه الأشياء بالفعل. كل ما هو خارج قمرة الطيار هو فعليًا كمبيوتر، وبعض الروافع الهيدروليكية، وشاشات تليفزيونية، وسماعات صوت، فضلا عن حجرة بمثابة محطة جافة الجو ومجهزة جيداً.

هل من شأن ذلك أن يقلل من صحة رفض د. جونسون للأنانة؟ لا . نفس المناقشة التى جرت بينه وبين بوزويل كان يمكنها أن تحدث داخل طائرة متخيلة. كان يمكنه أن يقول: أنا أرفضها هكذا" بينما هو يفتح الخانق ويشعر برد فعل تحرك الطائرة المتخيلة فى حين ليس هناك محرك. والذى يقوم برد الفعل على الإطلاق هو الكمبيوتر الذى يدور من خلاله برنامج يحسب ما الذى سيفعله المحرك عند تشغيل خانق حركته. إلا أن هذه الحسابات تعتبر خارجية بالنسبة لعقل د. جونسون والتحكم فى مفتاح الخانق بدرجة من التعقيد والاستقلالية كما فى حالة الماكينة الفعلية بالضبط. ولهذا فهم يتجاوزون اختبار الحقيقة وبشكل صحيح لأن هذه العمليات هى من قبيل العمليات الفيزيائية للكمبيوتر ، والكمبيوتر ذاته ليس إلا شيئًا فيزيائيًا – وليس أقل بالمرة عن أى ماكينة – فعلى وتام. حقيقة أنها ليست ماكينة فعلية، لا علاقة لها بالجدل ضد الأنانة. على كل حال فليس سهلا تعريف كل ما هو فعلى. ربما لم يكن مهمًا فى واقعة د. جونسون أن ما كان يبدو على أنه حجر هو فى حقيقته حيوان ما يرتدى زيًا يأخذ سمت الحجر، أو حتى لو كانت المسألة مجرد صور متطابقة أو قزمية لأى حديقة. طالما أن لها جميعا رد فعل على نحو ما له تعقيده واستقلاليته. كان د. جونسون سيكون محقًا لو انتهى إلى أن المسبب هو شيء فعلى يقع خارجة وعلى ذلك فالحقيقة الفعلية لا تشتمل عليه وحده.

ومع ذلك فإن معقولية أو مدى ملاءمة الحقيقة التقديرية تبدو غير مريحة لهؤلاء من الذين تستند رؤيتهم للعالم على العلم. فقط فكرّ فيما هو مولد الحقيقة التقديرية من وجهة نظر الفيزياء. إنه بالطبع شيء فيزيائى تحكمه نفس القوانين التى تحكم سائر الأشياء. ولكنه يمكن أن يدّعى أو يتظاهر بما هو غير ذلك. يمكنه أن يدعى أنه يختلف تمامًا عن أى شيء أخر، وأنه يخضع لقوانين فيزيائية زائفة. والأكثر من هذا أنه يمكنه أن يقوم بهذا الادعاء بطريقة معقدة ومستقلة. عندما يركله المستخدم بهدف اختبار فعليّة ما يزعمه وعما إذا كان هذا الشيء حقيقيًا أم زائفًا، فإنه يصدر رد فعل كما لو

كان مثل الأشياء الأخرى غير الموجودة، وكما لو أن القوانين الزائفة كانت حقيقية وصادقة. لو أن لدينا مثل هذه الأشياء فقط لنتعلم منها الفيزياء، فإننا إذن لن نتعلم إلا القوانين الخاطئة (أم أن ذلك لن يحدث؟ من المدهش والمفاجئ أن الأشياء لا تنحو هذا المنحى فى خط مستقيم وسوف أعود لهذا السؤال فى الفصل التالى. ولكن علينا أولاً أن نأخذ فى اعتبارنا الحقيقة التقريبية بالحذر الواجب).

يبرز على وجه المسألة ما يبدو أن الأسقف بركلى كانت له وجهة نظر صحيحة بأن الحقيقة التقديرية هى من قبيل الحديث غير الملائم أو القاسى بالنظر للقدرات البشرية - ذلك أن غير المواءمة هذه لا بد أن تحذرنا من حدود القدرة البشرية المتأصلة فينا والتى تضع حدا على قدرتنا على فهم العالم الفيزيائى. إن طريقة أداء الحقيقة التقديرية تبدو أنها تقع فى نفس المساحة أو المدى الفلسفى للوهم أو زيف التتابعات أو الصُدف، التى من شأنها جميعها أن تظهر لنا الشىء على أنه حقيقى بينما هى فى الواقع تقودنا إلى متاهة. لقد رأينا كيف أن النظرة العلمية للعالم يمكنها أن تستضيف - وبالطبع تتوقع - وبدرجة عالية هذا النوع من الظواهر التى تقودنا للتيه. وبالدرجة الأولى هى النظرة التى تستضيف قابلية البشر للخطأ هم ومصادرهم الخارجية أيضاً. ومع ذلك وبصفة أساسية فليس مُرحبًا بهذه الظواهر الخادعة. إلا من قبيل قيمة الفضول أو عندما نتعلم منها لماذا قادتنا إلى التيه، على أية حال فنحن نحاول تجنبها وأن نمضى قدمًا بدونها. ولكن الحقيقة التقديرية ليست على هذا المستوى، أنها لا تشير إلى أن ثمة حدود متأصلة فى البشر للفهم، بل على عكس ذلك فإن المتأصل فينا هو لا محدودية تلك القدرة. وليس من الشذوذ اعتبار أنها متطابقة مع خواص أعضاء الحس فينا، بل هى خاصية أساسية فى التعدد على وجه العموم، وحقيقة أن التعدد له هذه الخاصية - بعيداً عن كونها عائقًا صغيراً للواقعية والعلم - هى من الأمور الضرورية لكل من الأمرين (القدرة البشرية من ناحية والتعدد من ناحية أخرى) ، أنها الخاصية

التى تجعل العلم ممكنا. إنها مما لا يمكن أن نمضى فى طريقنا بدونها بل وعلى العكس وبشكل حرفى لا يمكننا المضى بدونها.

لقد عَرفت مولد الحقيقة التقديرية على أنه تلك الماكينة التى تعطى مستخدمها خبرة البيئة الفعلية أو المتخيلة (مثل التواجد داخل طائرة أو قيادتها) التى هى على ما يبدو أنها بعيدة عن عقله. دعنى أستدعى هذه الخبرات الخارجية التى تتكشف اختلافاتها عند مقارنتها مع الخبرات الداخلية مثل التوتر الذى يصيب قائد الطائرة حالما يقوم بأول هبوط له بالطائرة وحده، أو المفاجأة التى تعتريه عند الظهور المفاجئ لعاصفة رعدية صادرة عن السماء الزرقاء الصافية. مولد الحقيقة التقديرية يجعل مستخدمه وبطريقة غير مباشرة يعيش التجربة الداخلية مثل معايشته تمامًا للتجربة الخارجية. ولو أنه لا يمكن برمجته على تجربة داخلية محددة، فعلى سبيل المثال: قائد الطائرة الذى يقودها مرتين فى "المحاكى" بطريقة خشنة، فهو فى المناسبتين سيكون قد تلقى تجربة خشنة، ولكنه على الأقل سيكون أقل مفاجأة أو اندهاشا فى المرة الثانية عندما تظهر له العاصفة الرعدية. بالطبع سيبدو رد فعله مختلفًا فى المرة الثانية وهو ما يقود إلى اختلاف أيضًا فى تجربته الداخلية تجاه تلك العاصفة وهو ما يجعل توابع التجربة الخارجية مختلفة بدورها. وعلى الرغم من أن المرء يمكنه أن يبرمج الآلة على ظهور العاصفة فى الوقت الذى يريده، فهو لا يستطيع أن يمتد بهذه البرمجة إلى تغطية دفع المستخدم إلى الطرق التى يفكر بها لمواجهة المواقف.

يمكن للمرء أن يفكر أو يدرك أن تقنية الحقيقة التقديرية يمكنها أيضًا أن تقود إلى تجارب داخلية محددة. القليل منها مثل الحالات المزاجية الناتجة عن بعض الأدوية المخدرة والتى يمكن تَمثُّلها اصطناعيًا، ولا شك مستقبلاً أنه سيمكن معاودة إنتاج هذا النوع من الاصطناع. ولكن مولد التجارب الداخلية المحددة يجب – بصفة عامة – أن يكون قادرًا على تجاوز الوظيفة العادية للعقل وأيضًا وظيفة الحواس. وبكلمات أخرى فإنه سيحل شخص آخر محل المستخدم. وهذا ما يضع هذه الماكينات فى مستوى آخر

بالنسبة لمولدات الحقيقة التقديرية. إنها ستتطلب تقنية مختلفة وسوف تدفع بقضايا فلسفية مختلفة وهو أيضًا ما دفعنى إلى استبعادها من تعريفى لمولدات الحقيقة التقديرية.

ثمة نوع آخر من التجارب لا يمكن بالطبع اصطناع أدائها وهى تلك التى يستحيل حدوثها منطقيًا. لقد ذكرت أن الطيران عبر المحاكى يمكن أن ينشئ خبرة بطيران غير ممكن فيزيائيًا يخترق الجبال. لكن لا شىء يمكنه أن ينشئ تجربة تحليل الرقم ١٨١ إلى عوامله الأولية لأن ذلك يستحيل منطقيًا فالرقم ١٨١ من الأرقام الأولية (الاعتقاد بأن المرء يمكنه تحليل الرقم ١٨١ هو من قبيل التجربة الممكنة منطقيًا، ولو أنها من النوع الداخلى، ولهذا فهى خارج مدى الحقيقة التقريبية). وواحدة أخرى من التجارب المستحيلة منطقيًا هى تجربة فاقد الوعى، لأن المرء حين يفقد وعيه فهو بالتعريف نفسه لا يمر بأى خبرة على الإطلاق. عدم الخبرة بأى شىء يختلف تمامًا عن خبرة فقد الوعى التام أو عزل الحواس لأن الأخيرين بالطبع هما من البيئات الممكنة فيزيائيًا.

باستبعاد التجارب المستحيلة منطقيًا، وكذا استبعاد التجارب الداخلية، فسنكون فى مواجهة المدى الواسع للتجارب الخارجية الممكنة منطقيًا فى البيئة الفيزيائية التى ربما تكون ممكنة فيزيائيًا أو ربما لا تكون كذلك (الجدول ٥-١). الشىء الممكن فيزيائيًا هو الذى لا تحول دونه قوانين الفيزياء. فى هذا الكتاب سأفترض أن قوانين الفيزياء تتضمن قاعدة غير معروفة لتحديد الحالة المبدئية أو البيانات (المعلومات) الإضافية التى من شأنها، من حيث المبدأ، أن تعطينا وصفا كاملاً لمتعدد الأكوان (وإلا لكانت هذه المعلومات عبارة عن مجموعة من الحقائق الجوهرية المتعذر تفسيرها). وفى هذه الحالة فإن أى بيئة تكون ممكنة فيزيائيًا إذا وفقط إذا تواجدت فى مكان ما خلال متعدد الأكوان (أى فى كون آخر أو أكوان أخرى). وأى شىء يتعذر فيزيائيًا حين لا يكون له مكان عبر متعدد الأكوان.

كما عَرّفت إمكانية استعادة أو تكرارية قيام مولّد الحقيقة التقديرية بمد المستخدم بخبرة تجريبية لبيئة فعلية أو متخيّلة بالقدر الذى يمكن برمجة المولد على أدائه. سؤالى عن الحدود المطلقة للحقيقة التقديرية يمكن وضعه على النحو التالى: ما هى القيود، إذا كان ثمة قيود، التى يمكن أن تفرضها قوانين الفيزياء على تكرارية استعادة التجارب عبر مولدات الحقيقة التقديرية؟

الحقيقة التقديرية دائمًا ما تحتوى على خلق انطباع حسىّ اصطناعى وتوالد للصور، لذا دعنا نبدأ من هنا.

التجارب الخارجية الممكنة منطقيًا



	خبرات غير ممكنة منطقيًا	بيئات غير ممكنة فيزيائيًا	بيئات ممكنة فيزيائيًا
خبرات خارجية	تحليل عدد أولى إلى عوامله الأولية.	مثال: الطيران بأسرع من سرعة الضوء.	مثال: قيادة طائرة ما.
خبرات داخلية	مثال: عدم الوعى.	مثال: خبرة إدراك ألوان خارج قدرة الإبصار.	مثال: أن تكون فخورًا بقدرتك على قيادة الطائرة.

(جدول ٥ - ١) تصنيف للخبرات مع مثال لكل منها. تهتم الحقيقة التقديرية بتوليد التجارب الخارجية الممكنة فيزيائيًا (مجال الجدول فى قمة اليسار)

ما هي القيود التي تفرضها قوانين الفيزياء على قابلية مولد الصور على خلق صور اصطناعية، يؤديها تفصيلا ويغطي مداها الظاهر والحسي. ثمة طرق متعددة يمكن من خلالها أن يكون الأداء تفصيليًا في محاكي لطائرات هذه الأيام يمكن صنعه باستخدام شاشات تليفزيونية عالية المستوى. ولكن هل يمكن لطائرة فعلية أن تؤدي على المستوى المطلق من التفصيل والمستوى الكبير الذي يمكن أن تستوعبه حواس قائدها؟ بالنسبة لحاسة السمع فقد تحقق بالفعل حد مطلق له مع أجهزة الاستماع جيدة المستوى Hi-fi وبالنسبة للرؤية فلا يمكن الوصول إلى حد أقصى أيضًا. ولكن ماذا عن الحواس الأخرى؟ هل من الواضح وجود إمكانية فيزيائية لإنشاء مصنع كيميائي غرضه العام إنتاج تركيبة معينة من الخواص الكيماوية لملايين الروائح تمكن المرء من ملاحظتها في اللحظة الواحدة؟ أو ماكينة عند إدخالها في فم الذَّوَّاقة (من يحترف مهنة تذوق الأطعمة ونكهاتها المختلفة) يمكنها أن تقترح طعم ونسيج أي طبق طعام ممكن؟ - أو لا تقول شيئًا عن خلق حالة الجوع أو العطش التي تعقب الوجبة، أو الرضا الفيزيائي (البدني) بعد الوجبة؟ (الجوع والعطش وأحاسيس أخرى مثل توازن أو توتر العضلات من المفهوم على أنها خبرات داخلية، ولكنها خارجية بالنسبة للعقل وبالتالي فمن الممكن أن تكون داخل مدى الحقيقة التقديرية).

صعوبة صنع مثل هذه الآلات ربما تكون مسألة تقنية، ولكن ماذا عن: افترض أن قائد الطائرة في المحاكي رغب في أن ترتفع طائرته رأسيًا بسرعة شديدة ثم أغلق موتورها. الطائرة ستستمر في الصعود ارتفاعًا إلى أن تستنفذ كمية الحركة إلى أعلى ثم تبدأ في السقوط بسرعة متزايدة، هذه الحركة بالكامل تسمى "السقوط الحر" سواء في صعودها بعد إغلاق الموتور أو في سقوطها بعد إجهاده لأنها في الحالتين تكون خاضعة في حركتها لسيطرة قوة الجاذبية وحدها. وعندما تكون في حالة السقوط الحر فإن شاغليها يكونون في حالة انعدام للوزن. ويمكنهم أن يسبحوا حول القمرة كما تسبح كائنات الفضاء في مدار. يستعاد الوزن فقط عندما تعود القوة التي تدفع

الطائرة لأعلى إلى العمل سواء أكان سبب هذه القوى الديناميكات الهوائية أو الأرض غير المتسامحة (فى الواقع تتحقق حالة السقوط الحر عندما تطير الطائرة بقوة محركها على المسار المنحنى على شكل القطع، المكافئ والذى كانت تَتّبعه فى غياب كل من قوة الموتور ومقاومة الهواء). السقوط الحر لطائرة يستخدم فى تمرينات انعدام الوزن لرواد الفضاء قبل أن يسافروا فى الفضاء. الطائرة الفعلية يمكنها أن تكون فى حالة سقوط حر لمدة دقيقتين أو أكثر لأن لديها عدة كيلو مترات للارتفاع والانخفاض. ولكن فى الطيران المحاكى على الأرض يمكنه أن يحدث للحظة لأن ما يسنده يجعله يطير لأقصى مداه ثم بعدئذ يسقط. الطيران المحاكى (على الأقل الموجود منه هذه الأيام) لا يمكن استخدامه فى تدريبات انعدام الوزن لأن المرء يحتاج فيه لطائرة فعلية.

هل يستطيع المرء علاج هذا العيب فى محاكى الطيران بإعطائه القدرة على محاكاة السقوط الحر على الأرض (فى هذه الحالة يمكن استخدامه فى محاكاة مركبة فضاء)؟ ليس ذلك سهلا، لأن قوانين الطبيعة لا تتيح ذلك، الفيزياء المعروفة لا تمدنا بأى طريقة، حتى من حيث المبدأ، غير السقوط الحر لإزالة تأثير الوزن. الطريقة الوحيدة لوضع الطيران المحاكى فى حالة سقوط حر بينما هو مستقر على الأرض، هو بوضع جسم ضخم وثقيل مثل كوكب آخر له نفس كتلة الأرض فوقه ليوقف مفعولها. حتى ولو كان هذا ممكنا (لاحظ هنا أننا لسنا مهتمين بإجراء تجربة فعلية، وإنما بتحديد ما تسمح به قوانين الفيزياء أو ما لا تسمح به) فإن طائرة فعلية يمكنها أن تنتج تغييرات معقدة ومألوفة فى مقدار واتجاه وزن شاغليها، وذلك من خلال المناورة أو عبر تشغيل إيقاف الموتور. لمحاكاة هذه التغييرات، فلا بد من تحريك الجسم الثقيل بنفس الشكل، وكما يبدو متوقعًا فإن سرعة الضوء (إذا لم يكن أمر آخر) سوف تضع حدًا مطلقًا على مدى سرعة إمكان حدوث ذلك.

ومع ذلك فلكى تحاكى سقوطًا حرًا فلا يتوجّب على الطائرة المحاكية أن تمدنا بانعدام وزن فعلى، فقط تجربة انعدام الوزن وبعض التقنيات التى تقرّب التجربة من

الوضع الفعلى، مثلا يتمرّن رواد الفضاء تحت الماء وهم يرتدون سترات فضاء بحيث يكون وزن هذه السترات صفرا بالنسبة لقابلية الطفو. وتقنية أخرى تتمثل فى تزويد رائد الفضاء بأجهزة يحملها معه فى الفضاء وهى مجهزة بكمبيوتر يسيطر على مشابهة انعدام الوزن. ولكن هذه الوسائل تعتبر بسيطة والإحساس الذى تقدمه من الصعب أن تخطئ الفرق بينه وبين الإحساس الفعلى، هذا إن وُجد فرق بينهما. المرء وبطريقة لا يمكن تجنبها مدعوم بقوى على جلده لا يستطيع الإفلات من الإحساس بها. وبالإضافة إلى ذلك فإن الإحساس النمطى بالسقوط والذى يحدث عبر الحس فى عضو الأذن الداخلية لا يمكن للمحاكاة أن تؤديه. المرء قد يتخيل تطورات أكثر تقدمًا: مثل استخدام سوائل مساندة (تسند المتدرب) متدنِّية اللزوجة، أو أدوية تؤدى إلى الشعور بالسقوط. ولكن هل يمكن للشعور المحاكى أن يكون بالدقة الكاملة فى طائرة محاكية قابعة على الأرض؟ إذا لم يكن، فإذن ثمة حدود نهائية على الدقة فيما يتعلق بمدى محاكاة خبرة الطيران بشكل اصطناعى. للتفرقة بين طائرة فعلية وأخرى محاكية على قائد الطائرة أن يجعلها فى حالة سقوط حر فى مسار منحنى ليرى هل تحققت حالة انعدام الوزن من عدمه.

بعد البدء بتحديد المشكلة بشكل عام. لتجاوز الوظيفة العادية لأعضاء الحس لا بد أن نرسل لها صوراً تتضمن تلك التى تنجم عن البيئة التى يتم محاكاتها. لا بد أن نفترض ونتخيل الصور الناجمة عن البيئة الفعلية. ولكن هذه الحِيل هى من قبيل العمليات الفيزيائية، ولا يمكن تحقيقها إلا عبر العمليات المتاحة فيزيائيًا. الضوء والصوت يمكن تحليلهما وتذويبهما ومن ثم يتاح استبدالهما بسهولة بأضواء وأصوات مساوية لها. ولكن، وكما سبق أن قلت، ليس الأمر كذلك بالنسبة للجاذبية لأن قوانين الفيزياء تمنع ذلك. مثال انعدام الوزن فى طائرة محاكية وليست فعلية يبدو أنه ينتهك قوانين الفيزياء.

ولكن لا، ليس كذلك انعدام الوزن وسائر الإحساسات الأخرى يمكن تأديتها اصطناعيًا. ففى نهاية المطاف سيصبح علينا تجاهل كل أعضاء الحس جميعًا ومحاكاة الأعصاب الموصلة بينها وبين المخ مباشرة.

وهكذا فنحن لن نحتاج إلى مصانع ذات أغراض كيماوية أو إلى ماكينة خاصة تقدم جاذبية مصطنعة. حين نفهم كيف نحلل الأعضاء بدرجة كافية لنحدس الشفرة التى ترسل من خلالها الإشارات حين تستكشف الروائح، فإن كمبيوتر موصل بطريقة مناسبة للعصب المتعلق بهذه العملية يمكنه أن يرسل ذات الإشارة للمخ. ليس إذن على المخ لعبور تجربة الروائح أن يستعين بأية أدوية لو كان هناك وجود لمثل هذه الأدوية. وبالمثل يستطيع المخ أن يعبر تجربة انعدام الوزن الموثوق بها حتى فى ظروف الجاذبية العادية. وبالطبع لن تكون ثمة حاجة لتلفزيون أو سماعات صوت أيضًا.

وهكذا فإن قوانين الفيزياء لا تضع أية حدود على مدى وصحة مولّد الصور. ليس هناك شعور ممكن أو حتى مجموعة من المشاعر لدى الإنسان قدرة الإحساس بها لا يمكن – من حيث المبدأ – أن تَتَمثّلها أو استحضارها اصطناعيًا. وسيأتى اليوم – إزاء ظاهرة تعميم وعمومية الشرائط السينمائية (الأفلام) الذى سيكون فيه أفلام لكل الأحاسيس كما قال ألدوس هكسلى **Aldous Huxley** فى كتاب "عالم جديد شجاع". سوف يتمكن المرء بالإحساس بقارب تحت قدميه، وأن يسمع صوت الأمواج ويشم رائحة البحر، وأن يرى تقلب ألوان الغروب فى الأفق ويحسّ بالريح وهى تعبث بشعر رأسه (إذا كان لديه شعر) وذلك كله دون أن يكون مضطرًا لمغادرة الأرض الجافة وأن يغامر بالخروج من منزله. وسينما الأحاسيس تلك سوف تيسّر له استكشاف أحاسيس لم يسبق له تجربتها ولا يتوقع حدوثها مستقبلاً. كما سيمكنها توفير ما يعادل الموسيقى: تركيب تجريدى من ألحان يستشعرها فتجعل المشاهد والصور أكثر لطفًا.

هذه الإمكانية للمشاعر الاصطناعية التى يسهل تمثُّلها سيكون أمرًا محققًا الآن وللأبد، أى بناء ماكينة واحدة يمكنها استحضار الأحاسيس وقت طلبها بما يعنى أمرًا آخر استثنائيًا وهو العالمية. ماكينة المشاعر بهذه الإمكانية سوف تصبح: مولّد صور عالمى.

وهذه الإمكانية (ماكينة المشاعر العالمية هذه) هى التى ستجبرنا على تغيير نظرتنا إلى السؤال عن الحدود المطلقة لتقنية المشاعر. حاليًا تكمن تطورات هذه التقنية فى ابتكار وتصحيح للطرق المتنوعة فى مشابهة ومحاكاة أعضاء الحس. ولكن هذا المستوى من المشاكل سوف يختفى فى اللحظة التى نُطَوِّر فيها "الشفرة" التى يتعامل بها أعضاء الحس، وأن نطور تقنية رقيقة ومقنعة لمحاكاة أعصابنا. عندما نولد إشارات عصبية اصطناعية بشكل صحيح يكفى لعدم التفرقة بين الإشارات الاصطناعية المرسلة للمخ وبين الإشارات التى قد تبعثها له أعضاء الحس عبر الأعصاب، وليس الأمر بعيدًا عن المتناول وقريبًا ما سيصبح أمرًا مناسبًا ومألوفًا. وعند هذه النقطة وبعد استقرارها لفترة سوف ينحصر التحدى ليس فى توليد أو استحضار المشاعر والأحاسيس إنما أى منها هو الذى سنستحضره ونجِّود من صحته. وفى مجال محدود فى هذا الشأن يتم ذلك اليوم، كمشكلة كيف نعيد إصدار أعلى جودة من الصوت والتى أصبحت غاية ما يكون من الحل من خلال الأسطوانة المدمجة والجيل الجديد من أجهزة الصوت المختلفة. قريبًا سوف لا يكون هناك أجهزة ذات جودة عالية تثير الحماس. التوقد لإنتاج الصوت لن يكون مهتمًا بمدى تصحيح الإنتاج بقدر ما سيدور الأمر روتينيًا حول تصحيح ما يميزه البشر، وما هى الأصوات الواجب تسجيلها فى المقام الأول.

فى أثناء دوران ماكينة توليد الصور لعرض مناظر مسجلة من واقع الحياة، فأمر صحتها سيكون مُعرفًا من خلال مدى قرب الصور المعروضة لتلك التى يمكن أن يدركها المرء فيما لو كان فى الواقع الفعلى الأصلى. وعلى سبيل التعميم أكثر فإذا كان

المولد يؤدى اصطناعيًا صورًا مصممة مثل "الكارتون" (الصور المتحركة)، أو مقطوعة موسيقية مأخوذة من نص تأليفى مكتوب، فصحة أى منهما هو قرب الصور المؤداة لتلك المقصودة فى الأصل. إذا كان الأداء مقتربًا من حدود عدم تمييز المستخدم بينه وبين الأصل المستهدف، هنا يمكن أن نصفها بأنها صحيحة بدرجة عالية. (وهكذا فإن ما يبدو صحيحًا عند مستخدم ما، قد يكون أقل صحة عند مستخدم آخر لديه حسّ أكثر حدّة أو لديه حس إضافى عن غيره).

لا يشتمل، بالطبع، المولد العالمى للصور على كل الصور المسجلة الممكنة، ما يجعله عالميًا هو إمكانياته على تسجيل أى صورة ممكنة تستطيع استدعاء أى إحساس لدى المستخدم. مع مولد أحاسيس سمعى عالمى (نظام سمعى عالى الجودة بلا حدود) فإن التسجيل يمكن أن يأخذ شكل أسطوانة مدمجة. ولكى نؤكد قدرة جهاز السمع ذاك على إبقاء الإحساس لدى المستخدم بأطول مما تسمح به قدرة الأسطوانة المدمجة على التخزين فلا بد أن نسهم بآلية إمكانية تغذية أى عدد من الأسطوانات بشكل متعاقب داخل الماكينة. هذا الشرط لا بد أن يشتمل عليه كل مولد صور لأنه - وبصراحة - لا يمكن أن نطلق صفة العالمية على أى مولد صور ما لم يحتوِ على آلية لعرض ما هو مسجل دون حدود لاستمرارية العرض. والأكثر من ذلك أن الآلة عندما تقوم بالعرض لمدة طويلة فإنها ستحتاج لصيانة وإلا ستُصاب الصور بالبهتان أو تلتصق إحداها بالأخرى، هذا الاعتبار وغيره من الاعتبارات المماثلة تتصل جميعها بحقيقة أن اعتبار أى موضوع فيزيائى منفصلاً عن سائر الكون، هو اعتبار تقريبى أو تقديرى. أى مولد صور عالى الجودة يعد كذلك (عالميًا) إلى حد معين فى المفهوم الخارجى الذى يفترض فيه أن نمده بأشياء مثل: مولد معين للطاقة وآلية تبريد وصيانة من وقت لآخر. لأن أى آلة نضيف إليها مثل هذه الاحتياجات لا يستبعدها من كونها "آلة عالمية منفردة"، هذا بالإضافة إلى أن قوانين الفيزياء لا تمنع الاستجابة لهذه الاحتياجات، والاستجابة لها لا تستدعى بالضرورة تغييرًا فى تصميم الآلة.

وكما سبق أن ذكرت فإن مولد الصور ليس إلا مكوِّنًا واحدًا من الحقيقة التقديرية: فهناك أيضًا كل عناصر التفاعلات الأهم. من الممكن الاعتقاد بأن مولد الحقيقة التقديرية هو مولد صور التى تحددت صوره سلفًا بشكل كامل وإنما تعتمد جزئيًا على ما يختار المستخدم أن يؤديه المولد.

هو لا يشمل تتابع صور محددة من قبل كما هو الحال فى السينما أو سينما المشاعر. وإنما يؤلف بين مجموعة من الصور أثناء عرضها بحيث تضمن تيارًا من المعلومات حول ما يفعله المستخدم. مولدات الحقيقة التقديرية فى أيامنا هذه، على سبيل المثال، تتبع وضعية رأس المستخدم، وتستخدم حسَّاسات حركة كما يظهر فى (الشكل ٥- ١). وبصفة مطلقة سوف يَتَتَبّعون كل ما يفعله المستخدم ويمكنه أن يؤثر على المظهر الموضوعى للبيئة الجارى محاكاتها. جسد المستخدم قد يكون متضمنًا فى البيئة، وما أن الجسد يعتبر موضوعًا خارجيًا عن الفعل، فإن تحديد بيئة الحقيقة التقديرية ربما تشمل وعلى نحو صحيح كل ما يتطلبه ما يبدو أن المستخدم قد أحلّه مجددًا محل خاصية أخرى.

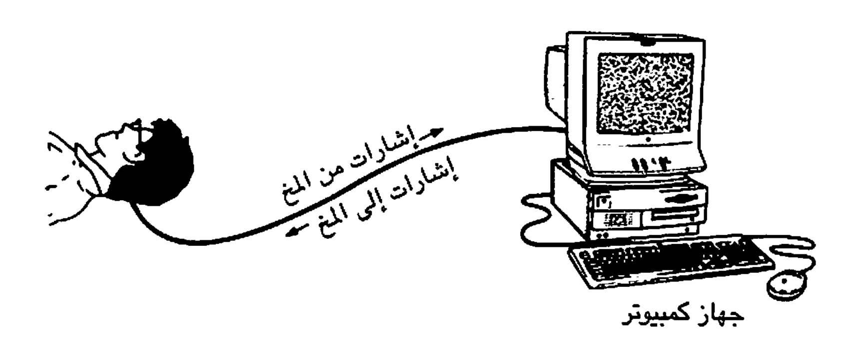
العقل البشرى يؤثر على الجسد وعلى البيئة الخارجية من خلال الإشارات التى تطلقها الأعصاب. ولذلك فإن مولد الحقيقة التقديرية يستطيع - من حيث المبدأ - أن يحصل على كل المعلومات التى تحتاجها عما يفعله المستخدم وذلك من خلال فهم وإدراك الإشارات المرسلة من أعصاب المستخدم إلى عقله. هذه الإشارات التى كانت ستذهب إلى جسد المستخدم يمكن نقلها إلى كمبيوتر وحل شفرتها بحيث يحدد بالضبط كيف تحرك المستخدم. الإشارات المرتدة إلى المخ هى نفسها التى كان جسم المستخدم سيبعثها فيما لو كان فى البيئة الفعلية. وإذا استدعت البيئة المحددة نوعًا ما من الشعور فإن الجسد المحاكى يمكن أن يختلف رد فعله عن رد الفعل الفعلى كتمكينه من النضال للبقاء فى بيئة كان يمكن لها أن تتسبب فى مقتل الجسد أو كمحاكاة قصور أداء الجسد.

من المفضل أن أعترف هنا بأنه من المحتمل أن القول بأن العقل البشرى يتفاعل مع العالم الخارجي فقط بإصدار واستقبال نبضات العصب يعتبر قولاً مثاليًا إلى درجة كبيرة. ثمة رسائل كيماوية تسير فى الاتجاهين معا. افترض أنه من حيث المبدأ يمكن لهذه الرسائل أن تفهم وأن تصبح قابلة لإحلالها بغيرها فى نقطة ما بين الدماغ وباقى الجسد. هذا أن يبقى المستخدم بلا حركة، ومتصلا بالكمبيوتر، ولديه خبرة التفاعل التام مع عالم محاكى متأثرًا به عائشًا فيه. (الشكل ٥-٢) يوضح ما أنا بصدد تخيله. بالصدفة، ولو أن مثل هذه التقنية تظل فى إطار المستقبل، إلا أن التفكير فيها أقدم بكثير من وقت ظهور نظرية الحوسبة. فى بواكير القرن السابع عشر أخذ ديكارت فى الاعتبار بالفعل فلسفة مناورات الحس كملاك حارس للمرء وهذا بالضرورة نوع من الحقيقة التقديرية الموضحة بـ(الشكل ٥-٢) مع استبدال الكمبيوتر بعقل له طبيعة تفوق العقل المألوف.

من خلال المناقشة الجارية يبدو أن مولد الحقيقة التقديرية يجب أن يشمل على الأقل الثلاث مكونات الرئيسية التالية:

- مجموعة من أجهزة الإحساس (التى يمكنها أن تعمل كمجسّات لنبض الأعصاب) لكى ترصد ما يفعله المستخدم.
- مجموعة مولدات الصور (التى يمكن أن تكون كمحاكيات أعصاب ولها نفس الحيل والوسائل).
- كمبيوتر يقود العملية.

وكان تركيزى على الأمرين الأولين، أجهزة الإحساس ومولدات الصور، وذلك لأنه فى حالتهما البدائية الحالية . فإن أبحاث الحقيقة التقديرية لم تزل غير مشغولة مسبقا



(شكل ٥-٢)

الحقيقة التقديرية كما يتصور أن يتم إنجازها فى المستقبل

بمولدات الصور. ولكن لو وجّهنا نظرنا إلى الوراء نحو حدود التقنية آنذاك سنرى أن مولد الصور كان مزودًا بمجرد وسيلة وصل (كابل للربط) بين المستخدم ومولد الحقيقة التقديرية الفعلى الذى هو الكمبيوتر. لأن المحاكاة برمتها لبيئة محددة تتم عبر الكمبيوتر ولأنه هو الذى يمد العملية بتعقيد واستقلالية "رد الفعل" الذى يُبرِّر مصطلحى "الحقيقة" و"الحقيقة التقديرية". وكابل الربط ذاك لا يشترك مع البيئة المتلقاة بمعرفة المستخدم باعتبارها من وجهة نظره مُخترقة بمعرفة المستخدم تماما كما ندرك بشكل طبيعى أن أعصابنا هى جزء من بيئتنا. مولدات الحقيقة التقديرية فى المستقبل سيكون من الأحســن وصفها على أنها تحوى مكونًا رئيسيًا: الكمبيوتر مزودا ببعض الإمكانات والقدرات العادية.

أنا لا أهدف إلى تبسيط المشاكل العملية المتضمنة فى اعتراض طريق إشارات الأعصاب ما بين إصدارها أو استقبالها من العقل البشرى، ولا تعقب الشفرات المتنوعة المتصلة بالموضوع، ولكن هذه مجموعة من المشاكل سوف يجرى حلها دفعة واحدة فقط. وبعدها سوف يكون التركيز فى الحقيقة التقديرية لمرة واحدة وأخيرة على الكمبيوتر، ومشكلة كيفية برمجته لكى يؤدى ما يحاكى البيئات المتنوعة. البيئة التى سيمكننا محاكاتها، لن يتوقف فيها الأمر على أى حساسات تلزمنا أو أى مولدات

صور يمكن بناءها، ولكن أى البيئات يمكن تحديدها. تحديد بيئة ما سوف يعنى إمداد البرنامج الصحيح للكمبيوتر الذى يمثل بالفعل قلب مولد الحقيقة التقديرية.

مفهوم الأداء الصحيح ليس على خط مستقيم مع الحقيقة التقديرية كما هو بالنسبة لمولد الصور بسبب طبيعة التفاعل فى الحقيقة التقديرية. وكما قلت فإن "دقة" مولد الصور هى مقياس لمدى قرب الصور الناتجة إلى الصور المقصودة. ولكن بالنسبة للحقيقة التقديرية فليس ثمة صور معينة مقصودة أو مستهدفة. كل المقصود هو بيئة معينة يراد للمستخدم أن يمر بخبرتها. تحديد بيئة الحقيقة التقديرية لا يعنى تحديد ما الذى سيجريه المستخدم من خبرة، وأكثر تحديداً كيف سيكون رد فعل البيئة إزاء كل حركات المستخدم الممكنة على سبيل المثال فى حالة مباراة تنس فالمرء يستطيع أن يحدد مظهر الملعب والجو، وتصرف المشاهدين، وكيف يلعب الخصم. ولكن المرء لا يستطيع أن يحدد كيف ستجرى المباراة: هذا يتوقف على مجرد القرارات التى سيتخذها المستخدم أثناء اللعب. كل مجموعة من القرارات سوف تنتهى إلى استجابات مختلفة عن البيئة التى تمت محاكاتها وبالتالى إلى مباراة تنس مختلفة.

عدد كبير جداً من مباريات التنس يمكن تأديتها فى نفس البيئة الواحدة، ومن خلال برنامج واحد – مثلاً: محاكاة الملعب الرئيسى فى "ويمبلدون" – من وجهة نظر اللاعب – وافترض أن اللاعب جدّ حذر بمعنى أنه فى كل ثانية من المباراة ينتقل بالتبادل بين طريقتين لاستقبال الكرة – من ناحية اللاعب – حينئذ سوف يصبح هناك بعد ثانيتين ثمة أربعة مباريات ممكنة، وبعد ثلاث ثوان ثمة ثمانية مباريات ممكنة ... وهكذا. وبعد حوالى أربعة دقائق سيصبح عدد المباريات المختلفة عن بعضها البعض بما يجاوز عدد الذرات فى الكون، سيستمر العدد فى الزيادة بشكل أُسِّى: والبرنامج الذى يمكنه أن يؤدى ذلك بشكل صحيح من خلال بيئة واحدة لا بد أن يكون قادراً على الاستجابة فى أى واحدة من تلك الآلاف المؤلفة ويمكن إدراكه وبطرق مختلفة، معتمداً على كيف سيختاره اللاعب. وإذا استجاب برنامجين بنفس الشكل لكل حركة ممكنة

من جانب المستخدم، فإنهما يكونان منتجين لبيئة، أما إذا استجابا بطريقة مختلفة لكل حركة ممكنة فسوف يكونان مؤديين لبيئات مختلفة.

وهذا يُبقى الحال حتى ولو لم يصدر المستخدم الحركة التى تظهر الاختلاف. البيئة التى يؤديها البرنامج لنوع معين من المستخدمين وعبر كابل ربط معين يمثل الوجهة المنطقية للبرنامج، التى تعتمد على ما إذا كان البرنامج قد تم تنفيذه. البيئة المؤداة تكون صحيحة بقدر ما تستجيب به بنفس الطريقة التى تفعل به البيئة المقصودة لكل حركة ممكنة يأتى بها المستخدم. ذلك لأن صحته لا تعتمد فقط على ما لا يملكه المستخدم من خبرات بالفعل، بل ما يمكن أن يملكه فيما لو اختار التصرف بطريقة مختلفة أثناء الأداء. قد يبدو هذا متناقضاً، ولكنه كما سبق أن قلت، إنها نتيجة تابعة تقف على خط مستقيم مع حقيقة أن الحقيقة التقديرية تكون متفاعلة تماماً بتمام مثل الحقيقة ذاتها.

وهذا يبرز فرقًا مهمًا بين مولد الصور وبين مولد الحقيقة التقديرية. صحة الصور التى يؤديها المولد يمكن – من حيث المبدأ – قياسها وأن يُشهد بها بمعرفة المستخدم أما صحة ما تؤديه الحقيقة التقديرية لا يمكنها أن تكون كذلك. وعلى سبيل المثال: إذا كنت من محبى الموسيقى وعلى دراية كافية بإحدى القطع الموسيقية فإنك تستطيع سماعها وتؤكد أنها قد تم تأديتها بشكل متقن، من حيث المبدأ، حتى آخر جملة موسيقية. أما إذا كنت من مشجعى لعبة التنس الذين يعرفون جيداً مركز ويمبلدون للعب فإنك لن تستطيع التأكد من أن الأداء المزعوم هو على نفس درجة الصحة، حتى لو كنت حرًا فى استكشاف أو تحرى صحة المركز المحاكى لأى مدة تختارها، أو بأى طريقة لاختباره حسيًا (كأن تركله مثلا) ومهما كان لديك من محاور للمقارنة مع المركز الرياضى الفعلى، لن يمكنك أبدًا أن تشهد بأن البرنامج قد حاكى بالفعل البيئة أو الموقع الأصلى. لأنك لن تعرف أبداً ما الذى سيحدث لو أنك أطلت مدة الاستكشاف أو نظرت من فوق كتفيك فى اللحظة المناسبة. ربما لو جلست فى كرسى "الحَكَم"

وصرخت: "خطأ" ربما فى هذه اللحظة تمر فوق الحشائش غواصة أو لغم ينسف لوحة نتائج المباراة.

ومن الناحية الأخرى، فإنك إن وجدت حتى اختلافا واحدًا بين البيئة المقصودة وتلك المحاكية فيمكنك أن تحكم على التو بأن المحاكاة غير صحيحة. ما لم تكن البيئة المحاكية لها بعض الملامح التى لا يمكن التنبؤ بها وعلى نحو عمدى. فعجلة الروليت مثلا مصممة لكى تكون مما لا يتنبأ به. إذا صنعنا فيلمًا لكيف تدور العجلة فى كازينو أو أحد أندية القمار فإنه يمكن القول بأن هذا الفيلم دقيق أو صحيح إذا ما كانت الأرقام التى تظهر على الشاشة فى الفيلم هى نفس الأرقام التى كانت قائمة وقت تصوير الفيلم. والفيلم فى كل مرة يدور سوف يظهر لنا نفس الأرقام: فهو إذن مُتنبأ به بالكامل. وهكذا فإن صورة صحيحة لبيئة لا يمكن التنبؤ بها لا بد أن تكون مما يمكن التنبؤ بها. ولكن كيف تكون صحيحة فى حالة الحقيقة التقديرية لعجلة روليت؟ كما سبق فإن المستخدم لا بد أن لا يجدها مختلفة من الناحية الإدراكية عن الأصلية. ولكن هذا يتضمن أن الشىء المحاكى ينبغى أن يتصرف كما الأصلى: إذا فعل، سواء استخدم الأصل فى التنبؤ بتصرفات الآخرين أو كان مما لا يمكن التنبؤ به، أو يجب أن تتصرف بنفس الطريقة فى كل مرة يجرى فيها تدويرها. عجلة الروليت المحاكية لكى تكون المحاكاة صحيحة فلا بد لها أن تكون مستخدمة للقمار كما هى الأصلية. وبالتالى ستكون مثلها مما لا يمكن التنبؤ بها كما يجب أن تكون عادلة بمعنى أن تجىء الأرقام فيها بطريقة عشوائية ومن خلال فرص متكافئة.

كيف نميز البيئة غير القابلة للتنبؤ بها، وكيف نؤكد أن الأرقام العشوائية المزعومة قد تم توزيعها بطريقة عادلة؟ علينا مراجعة أن العجلة المحاكية تتطابق مع مواصفاتها بنفس الطريقة التى نراجع بها عجلة الروليت الأصلية من خلال دفعها وتجربة دورانها لنرى هل تستجيب كما هو معلن عنها. كما نُجرى عدة ملاحظات مشابهة (بأى عدد

كبير كانت هذه الملاحظات) كما نجرى اختبارات إحصائية على مخرجاتها. ومرة ثانية فإنه لا يمكننا أن نشهد بأن العجلة المحاكية صحيحة أو حتى مجرد احتمال صحتها مهما كان عدد الاختبارات التى أجريناها. لأنه مهما كانت عشوائية بروز الأرقام فربما مع ذلك تقع هذه الأرقام فى نموذج سرى يمكنه أن يسمح للمستخدم أن يعرف كيف يتنبأ به. أو ربما لو تساءلنا بصوت عال عن تاريخ موقعة ووترلو Waterloo فإن الرقمين اللذين سيظهران بعد ذلك وبطريقة ثابتة وغير متغيرة هما ١٥، ١٨ .

وعلى الناحية الأخرى فإن النتيجة التى ستظهر فى المرحلة التالية إذا جاءت غير عادلة فلن نستطيع أن نتأكد أنها كذلك، ولكننا قد نكون أكثر قابلية للقول بأن المحاكاة ربما لم تكن صحيحة. فعلى سبيل المثال لو أن الرقم صفر ظهر فى عشر دورات متتابعة لعجلة الروليت المحاكية، لا بد أن نستخلص أنه ربما لا تكون لدينا محاكاة جيدة لعجلة روليت عادلة.

عندما ناقشنا مولدات الصور قلت أن صحة الصورة المحاكية تعتمد على حدة حواس المستخدم ومساهماته الأخرى ولكن مع الحقيقة التقديرية ستكون هذه أقل وآخر مشكلاتنا. مولد للحقيقة التقديرية الذى سيحاكى بيئة معينة بشكل صحيح والمنشأ من أجل البشر لن يفعل ذلك من أجل الأسماك أو لكائنات من خارج الأرض. لكى تحاكى بيئة معينة لمستخدم مزود بعدة أنوا ع من أعضاء الحس، فإن مولد الحقيقة التقديرية لا بد أن يكون متوائما مع أعضاء الحس هذه، ولا بد أن يبرمج الكمبيوتر الخاص به على أساس سمات تلك الأعضاء. ولو أن الإصلاحات التى يجب أن تجرى لكى تستضيف نوع بشرى من المستخدمين قد أصبحت نهائية ولم يبق سوى تشغيلها فى إحدى المرّات. إنها تهتم بما أسميته: إنشاء كابل ربط جديد. وكما نأخذ فى الاعتبار البيئات التى تتميز بدرجة عالية من التعقيد، فإن هدف محاكاة تلك البيئات لنوع معين من المستخدمين سوف يكون محكومًا بكتابة البرامج لحوسبة ما الذى ستفعله تلك البيئات، تحديد النوع البشرى المستهدف بالمهمة، درجة التعقيد المحددة، كل ذلك

سيكون جديراً بالإهمال عند المقارنة. هذه المناقشة هى عن الحدود القصوى للحقيقة التقديرية، لذا نحن نأخذ فى اعتبارنا درجة الصحة التحكمية وطول وتعقيد المحاكاة. وهو ما يعطى معنى للقول: بمحاكاة بيئة معينة دون تحديد من الذى سيتم المحاكاة لصالحه.

وقد رأينا أن هناك فكرة مُعَرَّفة جيداً عن صحة المحاكاة فى الحقيقة التقديرية: وهى دقة فى التقارب ومدى الإدراك بين البيئة المقصودة وقرينتها المحاكية لها. ولكن هذا القرب لا بد أن يكون كذلك لكل طريقة يمكن أن يتصرف بها المستخدم، ولهذا فلا يهم مدى قوة ملاحظة الممارس لخبرة بيئة محاكية، لأنه لن يمكنه الحكم بأنها صحيحة أو حتى ربما صحيحة. ولكن الخبرة ذاتها يمكنها أحياناً أن تظهر المحاكاة كأنها غير صحيحة أو غير دقيقة أو أنها ربما كذلك.

هذه المناقشة عن الصحة أو دقة المحاكاة فى الحقيقة التقديرية تعكس العلاقة بين النظرية وبين التجريب فى العلم. هنا أيضاً من الممكن أن تؤكد تجريبياً أن نظريه ما هى من الزيف بمكان ولكن ليس من الممكن الحكم النهائى بأنها صادقة. وهنا أيضاً فإنه من قبيل النظرة القليلة التبصر للعلم أن كل ما فيه هو التنبؤ بانطباعات حواسنا. النظرة الصحيحة تتحصل فى أنه بينما تلعب انطباعات حسنّا دوراً، فإن العلم هو فهم الحقيقة الكلية عبر تجربة أصغر جزء من هذه الحقيقة.

البرنامج فى مولد الحقيقة التقديرية لا بد أن يشتمل على نظرية عامة للتنبؤ بسلوك البيئة التى ستتم محاكاتها، أما المكونات الأخرى فهى تتعلق بتعقب أفعال المستخدم، وطريقة تشفير وحلول هذه الشفرة التى تتضمنها قائمة الاحساسات والتى هى كما قلت وظائف عادية. هذا إذا ما كانت البيئة ممكنة فيزيائياً، فالمحاكاة بالضرورة تكون مكافئة لقواعد التنبؤ بمخرجات كل تجربة يمكن ممارستها فى هذه البيئة. وبسبب الطريقة التى بُنيت بها المعرفة العلمية فإنه يمكن اكتشاف المزيد من

قواعد التنبؤ الصحيحة عبر نظريات تفسير أجود. وعلى هذا تكون محاكاة بيئة ممكنة فيزيائيًا معتمدة على فهم فيزيائها.

الحديث أيضًا صحيح حين نقول: أن اكتشاف فيزياء بيئة ما يعتمد على إقامة حقيقة تقديرية محاكية لها. المرء عادة ما يتحدث عن نظريات علمية تصف فقط وتفسر موضوعات الفيزياء وعملياتها، ولكن لا تحاكيهم، على سبيل المثال فإن كسوف الشمس (أو خسوف القمر) يمكن أن يُطبع تفسيره فى كتاب. الكمبيوتر يمكن برمجته بقائمة فلكية وقوانين الفيزياء للتنبؤ بهذا الكسوف ويمكن أيضًا طبع وصف له من خلاله. ولكن تأدية ذلك ومحاكاته يتطلب مزيد من البرمجة ومزيد من الهارد وير. ومع ذلك فالأمر كله حاضر فى أذهاننا! الكلمات والأرقام التى طبعها الكمبيوتر فى مجال وصف الكسوف لم تتم إلا لأن البعض يفهم ويعرف تلك الرموز. ذلك أن هذه الرموز تبرز فى ذهن القارئ ما يشبه التنبؤ بتأثير الكسوف عند مواجهته، وربما عكس ما يمكن أن يظهر عليه اختبار هذا التأثير. والأكثر من ذلك "التشابه" الذى يُبرزه التفاعل مع الظاهرة. المرء يمكنه أن يلاحظ الكسوف بطرق متعددة: بالعين المجردة، أو بالتصوير بآلة فوتوغرافية، أو باستخدام آلات علمية متنوعة، ومن بعض المواضع على الأرض سوف يرى المرء كسوفًا كليًا للشمس، ومن مواضع أخرى سيرى كسوفًا جزئيًا، وفوق بعض آخر لن يرى أى كسوف على الإطلاق. وفى أى منها جميعًا سيرى الملاحظ صورًا تختلف عن الأخرى، التى يمكن التنبؤ بها عبر النظرية. الذى يؤدى الكمبيوتر إلى إبرازه فى ذهن القارئ ليس مجرد صورة واحدة أو صورة تابعة لها، ولكن منهج كامل لإنشاء عدة صور مختلفة تتواصل جميعًا مع الطرق المتعددة التى يسلكها القارئ أو المشاهد فى تأملاته لتكوين ملاحظاته. وبكلمات أخرى إنها الحقيقة التقديرية التى تحاكى الواقع. وهذا بالمعنى الواسع الذى يأخذ فى اعتباره العمليات التى تجرى وتأخذ مكانها داخل عقل العالِم، العلم و"الحقيقة التقديرية" التى تحاكى بيئة فيزيائية ممكنة يعتبران مصطلحين يشيران إلى مثل تلك الأنشطة.

والآن: ماذا عن محاكاة أو تأدية البيئات المستحيلة فيزيائيًا؟ على السطح من ذلك هناك نوعان مميزان من الحقيقة التقديرية وتأديتها: الأقلية التى تسبر البيئات الممكنة فيزيائيًا، والأكثرية التى تقوم بذلك فى البيئات غير الممكنة فيزيائيا. ولكن هل يمكن لهذه التفرقة أن تُقاوم فى مواجهة الاختبارات المقرِّبة أو الأكثر عمقًا. اعتبر أن مولدًا للحقيقة التقديرية محاكيا بيئة مستحيلة فيزيائيًا مثل محاكاة طائرة تسافر عبر برنامج يقوم بحوسبة المَشاهِد من قمرة الطيار فى طائرة تطير بأسرع من الضوء(*). الطائرة المحاكية ستؤدى مثل هذه البيئة. ولكن بالإضافة إلى ذلك فإن الطائرة المحاكية هى بذاتها تمثل بيئة يخبرها المستخدم بمعنى أنها موضوع فيزيائى يحيط به. دعنا نأخذ هذه البيئة فى الاعتبار. من الواضح أنها بيئة ممكنة فيزيائيًا. ولكن هل هى بيئة قابلة لمحاكاتها؟ بالطبع، فى الحقيقة هى من السهل محاكاتها. يستطيع المرء ببساطة أن يستخدم طائرة محاكية ثانية بنفس التصميم وتقوم بنفس البرنامج. وفى مثل هذه الظروف يمكن التفكير بأن هذه الطائرة الثانية تحاكى إما البيئة الفيزيائية الممكنة (الطائرة الأولى) وإما البيئة غير الممكنة فيزيائيًا (الطيران بأسرع من الضوء). وبالمثل يمكن القول عن الطائرة الأولى التى تطير بأسرع من الضوء (بيئة غير ممكنة فيزيائيًا) وفى نفس الوقت تحاكى ما أطلقنا عليه الطائرة الثانية (بيئة ممكنة فيزيائيًا).

إذا افترضنا أن أى مولد للحقيقة التقديرية يمكن إقامته من حيث المبدأ، يمكن أيضًا من حيث المبدأ إعادة بنائه، ويستتبع ذلك أن أى منها حين يجرى إعادة لأى برنامج فإنه يشمل محاكاة بعض بيئات ممكنة فيزيائيًا. وربما يحاكى أشياء أخرى أيضًا من بينها البيئات غير الممكنة فيزيائيًا، ولكن بصفة خاصة هناك دومًا محاكاة لبيئات ممكنة فيزيائيًا.

(*) طبقًا للنظرية النسبية الخاصة فإن الأجسام المادية لا تستطيع التحرك بسرعة تفوق سرعة الضوء. (المراجع)

ربما نختار محاكاة بيئة كما تنبأت بها قوانين فيزياء تختلف عن قوانين الفيزياء الحقيقية. ربما نختار ذلك كنوع من التجربة، أو المتعة، أو للتقريب لأن الواقع المحاكى قد يكون صعبًا أو مكلفًا. إذا كانت القوانين التى نستخدمها قد استطعنا أن نجعلها قريبة من الواقع كإعطاء معلومات عن القيود أو الكوابح التى نعمل فى ظلها فإنه يمكن أن تسمى هذه المحاكاة: "رياضيات تطبيقية" أو "حوسبة". أما إذا كانت الموضوعات التى تتم محاكاتها مختلفة جدًا عن تلك الحقيقة يمكن أن نسمى الأمر: "رياضيات بحتة" كل هذه من قبيل التفسيرات. ربما تكون مفيدة، أو حتى ضرورية لشرح دوافعنا لتنفيذ أو تركيب محاكاة معينة. ولكن مهما وصلت إليه المحاكاة، فثمة دائمًا تفسيرات بديلة والتى تعنى حرفيًا المجسّات أو المُستكشفات التصحيحية لأى بيئة ممكنة فيزيائيًا.

ليس من المألوف النظر إلى الرياضيات كشكل للحقيقة التقديرية. بل عادة ما ينظر إليها على أنها تدور حول الجواهر أو الكينونات المجردة مثل الأرقام والمجموعات التى لا تؤثر على الحواس، وربما بالتالى ليست هناك حاجة لاصطناع محاكاة تأثيرها علينا. ومع ذلك ولو أنها لا تؤثر على الحواس، فإن تجربة الرياضيات هى من قبيل التجارب الخارجية مثلها فى ذلك مثل تجارب الفيزياء. نحن نضع علامات على قطعة من الورق، وننظر إليها، أو نتخيل أننا ننظر إليها - بالطبع، نحن لا نستطيع القيام بأى عمليات رياضية دون تخيل كينونات رياضية معينة. ولكن هذا يعنى تخيل بيئة تكمن فيها الفيزياء، حيث التعقيد والاستقلالية الخاصان بهذه الكينونات. على سبيل المثال عندما نتخيل المفهوم المجرد لخط منفصل ليست له تخانة، فربما نتخيل خطا مرئيًا ولكنه ضئيل العرض إلى حد بعيد. وهذا يمكن تدبيره أو قريبا منه فيزيائيًا. ولكن رياضيًا فلا بد للخط أن يبقى بلا ثخانة عندما ننظر إليه تحت ظل قوة معنى لا يمكن الفكاك منه. هذه ليست خاصية لأى خط فيزيقى ولكن يمكن تحقيقها بسهولة عبر "الحقيقة التقديرية" فى أذهاننا.

المخيلة هى على شكل الخط المستقيم فى الحقيقة التقديرية. ما لا يمكن أن يكون واضحًا جدًا فى خبرتنا المباشرة بالعالم عبر حواسنا هو أيضًا حقيقة تقديرية. لأن تجاربنا الخارجية ليست أبدًا مباشرة، ولا حتى خبرتنا للإشارات التى تصدرها أعصابنا فهى ليست مباشرة بدورها حيث أننا لن نعرف ما الذى يؤدى إلى الفرقعات الكهربائية فى التيار الذى تحمله الأعصاب. ما نخبره مباشرة هى الحقيقة التقديرية ومحاكاتها والتى أنتجتها لنا بشكل ملائم عقولنا غير الواعية عبر مصطلحات الإحساس بما يكمن فيها من تعقيد وما تطلبته من نظريات (مثل: البرامج) حول كيف نفسرها.

نحن نميز ما اعتبرناه أن الحقيقة موجودة هناك. موضوعيًا وفيزيائيًا ومستقلة عما نعتقده حولها، ولكننا لا نخبر هذه الحقيقة بشكل مباشر أبدًا. أى فتات من معلوماتنا عن خبراتنا هو من قبيل الحقيقة التقديرية بما تضمنه معلوماتنا عن العوالم غير الممكنة فيزيائيًا: المنطق والرياضيات والفلسفة، والتخيلات، والقصص، والفن إلى سائر ثمرات الخيال، جميعها مشفرة فى شكل برامج لمحاكاة عوالمها فى مولدات الحقيقة التقديرية بعقولنا.

إذن ليس مجرد العلم – تسبيب العالم الفيزيائى وعقلنته – هو وحده الذى يتعلق بالحقيقة التقديرية. كل التسبيب والتعقيل، كل التفكير، كل التجارب الخارجية هى أشكال للحقيقة التقديرية. هذه الأمور هى عمليات فيزيائية لوحظت حتى الآن فقط فى مكان واحد من الكون: فصله أو نبذه أسميناها كوكب الأرض. سوف نرى فى الفصل الثامن أن كل العمليات الحية تتضمن الحقيقة التقديرية أيضًا، إلا أن الكائن البشرى هو الذى له علاقة خاصة بها. وإذا تحدثنا بلغة البيولوجى نقول إن محاكاة الحقيقة التقديرية لبيئاتها هو سمة للوسائل التى من خلالها يستطيع الكائن البشرى المقاومة من أجل البقاء. وبكلمات أخرى فهى السبب وراء وجود الكائن البشرى. الكوّة

الإيكولوجية التى يشغلها الإنسان تعتمد على الحقيقة التقديرية مباشرة كما هو الأمر وبصفة مطلقة كالكوة الإيكولوجية التى يحتلها دب الكوالا معتمداً على أوراق شجر الأوكاليبتوس.

اصطلاحات:

مولد الصور: Image generator	وسيلة يمكنها توليد أحاسيس معينة لدى المستخدم.
مولد الصور العالمى: Universal image generator	مولد صور يمكن برمجته لتوليد أى إحساس يمكن للمستخدم أن يخبره.
تجربة خارجية: External experience	أى خبرة أو تجربة تقع خارج عقل المرء.
تجربة داخلية Internal experience	أى خبرة أو تجربة تحدث داخل عقل المرء.
ممكن فيزيائيًا. Physically possible	ما لا تمنعه قوانين الفيزياء. أى بيئة تكون ممكنة فيزيائيًا إذا وجدت، وفقط هكذا فى أى مكان هناك فى العوالم المتوازية

	(بافتراض شروط الحالة الابتدائية وكل القوائم الثانوية لتعدد الأكوان والتى تحددها قوانين فيزياء لم تتم معرفتها حتى الآن).
Logically Possible	التماسك الذاتى .
الحقيقة التقديرية Virtual reality	أى موقف يتسنى فيه للمرء أن يخبر وجوده فى أى بيئة محددة.
إعادة خط السير Repertoir	ويقصد به هنا إعادة مولد لمجموعة البيئات التى تم برمجة المولّد ليقوم بنقل الخبرة بها للمستخدم .
صورة أو انطباع image	أى شئ يعطى للمستخدم أو يتسبب فى نشوء إحساس ما لديه.
الصحة أو الدقة Accuracy	تكون الصورة دقيقة كلما اقترب الإحساس الذى ولدته من الإحساس المقصود إيصاله للمستخدم. محاكاة بيئة ما تكون صحيحة كلما تقاربت مع الاستجابة أيًا كانت التى سيسلكها المستخدم أو مع أى حركة ممكنة له.
تصحيح تام: Perfect accuracy	تكون الدقة كاملة عندما لا يستطيع المستخدم التمييز بين البيئة المحاكية والبيئة الفعلية المقصودة.

الخلاصة :

الحقيقة التقديرية ليست مجرد تقنية يتم فيها للكمبيوتر أن يحاكى سلوك البيئات الفيزيائية. حقيقة أنها ممكنة هى فى حد ذاتها حقيقة هامة بالنسبة لنسيج الحقيقة. إنها أساس ليست فقط لعملية الحوسبة ولكن أيضًا لخيال الإنسان والتجارب الخارجية والعلم والرياضيات والفن والقص.

ما هى الحدود القصوى - المدى الكامل - للحقيقة التقديرية (ومن ثم الحوسبة والعالم والمخيلة.. الخ..)؟ فى الفصل التالى سنرى أنها بلا حدود من ناحية، ومن ناحية أخرى هناك من يرى أن يحيطها بعنف بخط أو دائرة تحدها.

الفصل السادس

العالمية وحدود الحوسبة

يعتبر الكمبيوتر هو قلب مولّد الحقيقة التقديرية والسؤال عن أى بيئة سيقوم بمحاكاتها، يستتبع السؤال عن أى حوسبة سيمكنه أداءها. حتى فى أيامنا الحالية فإن عادة العرض فى مولد للحقيقة التقديرية تعتبر محدودة مثلها كما فى مولد الصور أو الانطباعات. حينما سيكون هناك كمبيوتر أحدث وأسرع وبذاكرة أوسع وهارد وير أحسن فى معالجته للصور ووصله بمولد الحقيقة التقديرية سوف تتضخم عملية إعادة عرض الصور. ولكن هل سيكون الأمر دائمًا هكذا، أم أننا سنكون أخيرًا فى مواجهة مع العالمية الكاملة. وكما سبق أن ناقشت فإننا فى حالة مولدات الصور أو الانطباعات لا بد أن نتوقع ذلك؟ وبكلمات أخرى هل هناك مولد واحد للحقيقة التقديرية قابل لأن يُبنى مرة واحدة وللأبد بحيث تتم برمجته لمحاكاة أى بيئة يمكن للعقل البشرى أن يَخْبُرُهَا.

كما هو الحال مع مولدات الصور أو الانطباعات، فإننا لا نعنى بهذا أن مولد الحقيقة التقديرية الواحد يمكن أن يحتوى بذاته مواصفات كل البيئات الممكنة منطقيًا. وإنما نعنى أن من الممكن برمجة المولد بحيث يحاكى أية بيئة ممكنة منطقيًا. يمكن تخيل أنه يمكننا تشفير البرامج عبر الأسطوانات المغناطيسية مثلاً. وكلما تعقدت البيئة أكثر كلما احتجنا للمزيد من الأسطوانات لتخزين البرامج عليها. وهكذا فلكى نحاكى بيئة تتصف بالتعقيد، فلا بد أن تحتوى الآلة على آلية، كما سبق أن أوضحت، تستطيع أن تقرأ عددًا غير محدودٍ من الأسطوانات بالنسبة لمولد الصور العالمى. وليس الأمر كذلك بالنسبة لمولد الحقيقة التقديرية. فهذا يحتاج لكمية متنامية من "الذاكرة العاملة" لتخزين النتائج الوسيطة الناجمة عن الحسابات المتعلقة بالأمر. ربما نتخيل ذلك فى شكل إمداد الآلة بأسطوانات فارغة. مرة أخرى فإن حقيقة أن الآلة تحتاج لإمدادها بطاقة وأسطوانات فارغة وقدر من الصيانة، كل هذا لا يمنعنا من اعتبارها "آلة منفردة واحدة"، بالإضافة إلى أن هذه العمليات لا تساوى تغيير تصميم الآلة، كما أن قوانين الفيزياء لا تمنعها.

وبهذا المعنى، ومن حيث المبدأ، لا غرابة فى تخّيل كمبيوتر ذا كفاءة أكبر وإمكانية ذاكرة غير محدودة. ولكن الكمبيوتر الذى له سرعة حوسبة غير محدودة لا يوجد فالكمبيوتر له سرعة قصوى تتوقف على تصميم هذا الكمبيوتر ولا يمكن زيادتها إلا بتغيير هذا التصميم. وعلى ذلك فإن أى مولد حقيقة تقديرية معين لن يمكنه أن يؤدى كميات غير محدودة من الحوسبة فى كل وحدة زمن. ألن يحد ذلك من قدرته على إعادة العرض؟ إذا كانت بيئة ما معقدة للغاية ولدرجة أن حوسبة ما يمكن أن يراه المستخدم فى مدى ثانية من الآن، يستغرق أكثر من الثانية لإتمام الحوسبة، فكيف يتسنى لهذه الآلة محاكاة هذه البيئة بشكل صحيح؟ لكى تحقق العالمية نحن بحاجة لمزيد من الحيل التقنية.

لكى نمتد بعملية إعادة العرض إلى أقصى حد تسمح به الفيزياء، فإن مولد الحقيقة التقديرية عليه أن يهيمن بقدر أكثر على بعض صفات النظام الحسى لدى المستخدم والتى يمكن تسميتها: سرعة المعالجة فى عقل المستخدم، ولو أن عقل الإنسان مثل كمبيوتر إلكترونى سيكون الأمر ببساطة مسألة تغيير السرعة التى يبث بها "المنبه" (الساعة) الخاص بالنبضات المتزامنة. لا شك أن "منبه" العقل لا يمكن السيطرة عليه بهذه السهولة، ولكن مرة أخرى هذا لا يمثل من حيث المبدأ أى مشكلة. العقل هو موضوع فيزيائى نهائى وكل وظائفه هى من قبيل العمليات الفيزيائية التى يمكن من حيث المبدأ إبطاء سرعتها أو إيقافها. مولد الحقيقة التقديرية المطلق عليه أن يكون قادرًا على الإتيان بمثل ذلك.

لكى تتحقق محاكاة تامة لبيئة تستدعى كميات كبيرة من الحوسبة فعلى مولد الحقيقة التقديرية أن يقوم بما يشبه عمل الجهاز. شىء مما يلى: إن كل عصب حسى قادر فيزيائيًا على نقل الإشارات على مراحل بمستوى له حد أقصى، لأن أى خلية عصبية قد أُشعلت، لا يمكنها أن تعاود الاشتعال مرة ثانية قبل مللى/ ثانية أخرى تقريبًا. ولذلك على الكمبيوتر فور اشتعال إحدى العصبيات أن يقرر فى جزء من الألف

من الثانية متى، وهل سيعاود الاشتعال مرة أخرى. فإذا استطاع أن يتخذ هذا القرار مثلا فى نصف مللى/ ثانية، بدون أى محاولة تأثير من العقل وسرعته حيث لا حاجة لنا بها، فإن الكمبيوتر سيشغل العصب فى الوقت الصحيح.

هذا وإلا سيتسبب الكمبيوتر فى إبطاء العقل (أو إيقافه إذا كان الأمر يستدعى ذلك) حتى تتم حوسبة ما يجب أن يحدث بعد تمامها، هنا هى تعيد تخزين سرعة العقل. ماذا يمكن أن يشبهه هذا الشعور لدى المستخدم؟ من خلال التعريف لا يشبه أى شىء. المستخدم سوف يخبر فقط البيئة المحددة فى البرنامج، بدون أى إبطاء، أو توقف، أو البدء من جديد. من حسن الحظ أنه ليس ضروريًا أبدًا لمولد الحقيقة التقديرية أن يجعل العقل يعمل بأكثر من السرعة العادية، وهذا فى النهاية سوف يُبرز مشاكل خاصة بالمبادئ لأنه، ومن بين موضوعات كثيرة، لا تستطيع أية إشارة أن ترتحل بما هو أسرع من سرعة الضوء.

هذا النهج يسمح لنا لأن نحدد مقدمًا بيئة معقدة بدرجة ما تتطلب محاكاتها قدرًا محدودًا من الحوسبة، لكى نخبر هذه البيئة بسرعة معقولة ومستوى تفصيلى تستطيع عقولنا أن تستوعبه وحتى إذا كانت الحسابات المطلوبة أطول من أن يستطيع الكمبيوتر أن يقوم بها خلال زمن معقول، فإن التجربة تتأثر بذلك إلا أن المستخدم سيدفع ثمنًا لهذا التعقيد فى شكل وقت خارجى منقضى. ربما يخرج المستخدم من مولد الحقيقة التقديرية بما يبدو له شخصيًا كأنه خمس دقائق من الخبرة ليجد أن سنوات قد مرت فى الواقع الفيزيائى.

المستخدم الذى توقف عقله، أيا كانت المدة التى توقفها، ثم أعيد تشغيله مرة أخرى سوف يحظى بخبرة غير متقطعة لبعض البيئات. أما المستخدم الذى توقف عقله نهائيًا فلن يحظى بأية خبرة على الإطلاق منذ لحظة التوقف. وهذا معناه أن البرنامج الذى يوقف عقل المستخدم فى نقطة ما ثم لا يجعله يستأنف عمله ثانية أبدًا فإنه لن يقدم للمستخدم أية بيئة ليخبرها وعلى هذا فإنه لن يعتبر مولدًا جيدًا للحقيقة التقديرية.

ولكن فى النهاية البرنامج دائمًا ما يعيد عقل المستخدم للعمل مرة أخرى مسببًا للمولد أن يحاكى بعض البيئات حتى البرنامج الذى لا يطلق أية إشارات عصبية على الإطلاق يحاكى ظلام وصمت بيئة معزولة عن الإحساس.

فى بحثنا عن الحقيقة التقديرية المطلقة انتقلنا إلى مراحل عبر طريق طويل مما هو ملائم فى عصرنا الحالى وحتى يمكن أن نقتحمه فى آفاق التقنية. وهنا دعنى أشدّد مرة أخرى على أنه بالنسبة لغرضنا الحالى فإن العقبات التقنية لا صلة لها بالأمر. إننا لم نتخيل أية أنوا ع من مولدات الحقيقة التقديرية يمكن بناؤه، أو تلك الأنوا ع التى سيمكن بناؤها بمعرفة المهندسين البشريين. فقد أطلقنا خيالنا فيما يمكن أن تفعله قوانين الفيزياء أو لا تفعله فى طريق الحقيقة التقديرية. والسبب فى أهمية ذلك لا علاقة له بهدف صنع مولدات حقيقية تقديرية أكثر جودة إنما العلاقة بين الحقيقة التقديرية والحقيقة العادية هى جزء من البناء "الجوفى" الباطنى أو الداخلى- غير المتوقع للعالم، وهو ما يدور حوله هذا الكتاب.

من خلال الأخذ فى الاعتبار بعض الحيل المتنوعة - مثل حث العصب أو التوقف للعقل ثم معاودة العمل من جديد - إلى آخر ما يشبه ذلك - فقد أعددنا العدة لتخيل مولد حقيقة تقديرية ممكن فيزيائيًا والذى يمكن لمعاودة العرض فيه أن يغطى كل المدى العصبى، وفى تفاعل كامل، ودون قيد عليه من قدرات الذاكرة وسرعة الكمبيوتر المتصل به. هل هناك ما هو خارج عملية معاودة العرض فى مثل هذا المولد؟ هل ستكون معاودة العرض فيه مشتملة على كل البيئات الممكنة فيزيائيًا ومنطقيًا؟ لن يكون الأمر كذلك. آلة إعادة العرض المستقبلية هذه سوف تكون واقعة بعنف فى دائرة حقيقة أنها موضوع فيزيائى هى نفسها. إنها لن ترتقى حتى لمستوى خدش سطحى لما هو ممكن منطقيًا، كما سأبين ذلك حالاً.

الفكرة الجذرية فى هذا البرهان - والمعّرفة باسم "الجدل الانحرافى" - تسبق فكرة الحقيقة التقديرية. وأول استخدام لها كان بمعرفة رياضى القرن التاسع

عشر جورج كانتور(*) Georg Cantor عندما أثبت أن هناك كميات لا نهائية أكبر من لا نهائية الأعداد العادية (١، ٢، ٣، ......) هذا الشكل من البرهان هو فى قلب نظرية الحوسبة التى أمدنا بها آلان تورنج(**) Alan Turing وآخرون فى ثلاثينيات القرن ١٩ . واستخدمه أيضا كيرت جودل(***) Kurt Godel لإثبات نظريته المحتفى بها "نظرية عدم التمام" التى سنجد الكثير عنها فى الفصل العاشر.

كل بيئة يعاد عرضها من خلال الآلة يتم توليدها عبر برنامج فى الكمبيوتر الموصول بها. تخيل كل مجموعة البرامج الصالحة لهذا الكمبيوتر. كل برنامج منها يحدد مجموعة قيم متميزة لمتغيرات فيزيائية، على الأسطوانات المدمجة أو أى وسيلة اتصالية أخرى، والتى تقدم البرامج. ونظرية الكم تعلمنا أن كل تلك المتغيرات "مكممة"، ولذلك لا يهم كيف يعمل الكمبيوتر، ولكن أن مجموعة البرامج الممكنة ستكون منفصلة عن بعضها البعض، ولذلك فكل واحد منها يمكن التعبير عنه كمتتالية محدودة من رموز فى شفرة منفصلة أو فى لغة الكمبيوتر. هناك عدد لا نهائى من مثل هذه البرامج، ولكن كل منها يشتمل فقط على عدد نهائى من الرموز وهذا لأن الرموز هى موضوعات

(*) جورج كانتور George Cantor (١٨٤٥ - ١٩١٨) رياضى ألمانى له نظرية فى الفئات الرياضية مثل الأرقام النهائية، ولا نهائية الأعداد التراتبية ١: ٥: ١٠، كما أدت أعماله إلى حفز تطوير للشكلانية والحدسية المتعلقتين بالأساس المنطقى للرياضة. (المترجم)

(**) آلان تورنج Alan Turing (١٩١٢ - ١٩٥٤) رياضى ومنطقى إنجليزى، يعدّ رائدًا لنظرية الكمبيوتر، حتى أن الماكينة التى شكّلها والتى سُميت باسمه كثيرًا ما تستخدم كمرجعية لمناقشات نظرية الأوتوماتية، كما تعتبر بحوثه فى هذا المجال أساسًا للبحث فى موضوع الذكاء الاصطناعى، ومن المعتقد أنه انتحر بسبب إحباطه من العلاج الطبى الذى تعاطاه للشفاء من المثلية الجنسية (من بين ما يتردد بأنه غطّى تفاحة بمادة السيانيد ثم أكلها). (المترجم)

(***) كيرت جودل Kurt Godel (١٩٠٦ - ١٩٧٨) رياضى ومنطقى أمريكى نمساوى المولد، هو صاحب البرهان المعروف باسم: "برهان جودل" والذى أصبح من أشهرها فى مجال الرياضيات على مدى القرن العشرين، والذى لا يزال يحتدم حوله النقاش، كما أصبح من مبادئ الرياضيات. (المترجم)

فيزيائية مصنوعة من مادة لها شكل معروف ولا يمكن أن نصنع عدد لا نهائى منها. وكما سأشرح فى الفصل العاشر هذه الكينونات الواضحة للمتطلبات الفيزيائية – أن البرامج لا بد لها أن تكون مكممة (من الكم)، وأن كل منها يجب أن يحتوى على عدد محدود من الرموز ويمكن تحقيقه فى خطوات متتابعة – كل هذه الكينونات جوهرية بأكثر مما يبدو عليها. هى التوابع الوحيدة لقوانين الفيزياء المتطلبة كمدخلات للبرهان، ولكنها كافية وحدها لتضع قيودا قاسية على إعادة العرض فى أى ماكينة ممكنة فيزيائيًا. وثمة قوانين فيزياء أخرى قد تضع المزيد من القيود ولكنها لن تؤثر على ما سيستخلصه هذا الفصل.

الآن دعنا نتخيل أن هذه المجموعة اللانهائية للبرامج الممكنة قد تم عرضها فى قائمة لا نهائية الطول تحمل الأرقام: برنامج ١، برنامج ٢، وهكذا. ويبدو للحظة أنه يمكن ترتيبها ترتيبًا أبجديًا بالنسبة للرموز التى تعبر عنها. ولأن كل برنامج يولّد بيئة ما، فهذه القائمة يمكن اعتبارها أيضًا كقائمة لكل البيئات التى يمكن للآلة إعادة عرضها؛ فيمكن تسميتها البيئة ١، البيئة ٢ وهكذا. فمن الممكن أن تتكرر بعض هذه البيئات فى القائمة لأن برنامجين مختلفين منها قد يتطلبان نفس الحسابات ليحققا أحسن أثر، ولكن هذا لن يؤثر على ما نتجادل حوله. ولكن المهم أن تظهر كل بيئة فى إعادة العرض مرة واحدة فى القائمة.

أى مُشابه لأى بيئة يمكن أن يكون محدودًا أو غير محدود فى مظهره الفيزيائى وانسيابيته الظاهرة. المنظور الذى يصنعه المهندس لبيت ما مثلاً يمكن أن يُجرى فى وقت محدد ولكنه سيغطى فقط جزءًا محدودًا من البيت. أى لعبة فيديو تسمح للمستخدم بوقت محدد قبل أن تنتهى اللعبة، أو قد تحاكى لعبة كونية بحجم أو مقاس غير محدد وتقدم للمستخدم كمية لا محدودة من المكتشفات ولا تنتهى إلا إذا أنهاها المستخدم عمدًا. ولكى نجعل البرهان أكثر سهولة دعنا نأخذ فى اعتبارنا فقط برنامجًا

يستمر عرضه للأبد. وليس هذا قيداً كبيراً لأنه لو توقف البرنامج فيمكننا دوماً اختيار اعتبار نقص استجابته تلك كما لو أنها استجابة لبيئة إحساس معزول.

دعنى أعرّف لك مستوى البيئات الممكنة منطقياً والتى سأسميها "بيئة كانتجوتو" مستخدماً المقطع الأول من اسم كل من كانتور وجودل وتورنج، وجزئياً لسبب سأشرحه بعد قليل. إنها تُعرف كالتالى: لأول وهلة، من الزاوية الشخصية، بيئة الكانتجوتو ستسلك سلوكاً يختلف عن البيئة ١ (التى ولدها البرنامج ١ فى مولدنا) لا يهم المسلك الذى ستأخذه طالما مهما كانت هى عليه فسيتعرف المستخدم على اختلافها عن البيئة ١ وخلال اللحظة التالية ستسلك باختلاف عن البيئة ٢ (ولو أنها الآن مسموح لها أن تتشابه مع البيئة ١ مرة أخرى) وخلال الدقيقة الثالثة سوف تختلف كلية عن البيئة ٣، وهكذا. أى بيئة تتطابق مع هذه القواعد هى ما سأسميه بيئة كانتجوتو.

والآن طالما أن الكانتجوتو لم تسلك بالضبط مثل سلوك البيئة ١، فهى ليست البيئة ١، وأيضاً لم تسلك بالضبط مثل البيئة ٢، فهى أيضاً ليست البيئة ٢، ربما أنه من المضمون أنها ستختلف عاجلاً أو آجلاً عن البيئة ٣ أو البيئة ٤ وأى بيئة أخرى موجودة على القائمة فلن تكون أيهم أيضاً. ولكن هذه القائمة تحتوى على كل البيئات التى يمكن للبرنامج الخاص بهذه الآلة أن يولده ويستتبع ذلك أن بيئة الكانتجوتو ليست ضمن عملية إعادة العرض فى الآلة. الكانتجوتو هى بيئات لا يمكن أن نستخدمها فى مولد الحقيقة التقديرية.

من الواضح أن هناك كماً هائلاً من بيئات الكانتجوتو لأن تعريفها يدع لنا حرية هائلة فى اختيار الطريقة التى تتصرف بها، والقيد الوحيد فى ذلك هو الدقيقة التى لن تتصرف بها بطريقة واحدة مميزة. ولا يمكن إثبات أنه فى كل إعادة عرض لبيئة ما من خلال مولد حقيقة تقديرية، أن ثمة عديد ولا نهائى من بيئات كانتجوتو لا يمكن محاكاتها. ولأنه ثمة مدى لامتداد إعادة العرض باستخدام عدد من مولدات الحقيقة التقديرية. افترض جدلاً أن لدينا مائة من المولدات كل منها لديه إعادة عرض مختلفة.

حينئذ ستكون كل المجموعة مع نظام أجهزة التحكم المبرمجة، التى ستحدد أى منها سيعطينا عند استخدامه البرنامج المعين، فى مجموعها عبارة عن مولد حقيقة تقديرية ولكن أكبر. المولد الذى أعطيت به المثل من أجل المناقشة، سيكون له مقابل كل بيئة يستطيع أن يحاكيها عدد لا نهائى من البيئات التى لن يستطيع أن يحاكيها والأكثر من ذلك أن افتراض أن أى مولد آخر ستكون لديه إعادة عرض مختلف هو نوع من التفاؤل. وكما سنرى بعد لحظة أن كل مولدات الحقيقة التقديرية المصقولة أو التى تروق لذوى الثقافة الرفيعة سيكون لديها أساسًا نفس النوع من إعادة العرض.

وهكذا فإن مشروعنا لبناء مولد حقيقة مطلق، والذى يجرى على قدم وساق، سيصطدم بحائط منيع، ومهما بلغ هذا المشروع من تقدم على المدى المنظور فإن تقنية إعادة العرض للحقيقة التقديرية كلها لن تنمو بأكثر من القدرة على محاكاة مجموعة محددة من البيئات. ومع الاعتراف بأن هذه المجموعة ستكون كبيرة بلا نهاية. ومتنوعة بالمقارنة مع سابق ما خبرة الإنسان فى مجال تقنية الحقيقة التقديرية، فستكون فى مجموعها مجرد فرع متناهى الصغر من مجموعة كل البيئات الممكنة منطقيا.

ما الذى سيمكن أن تكون عليه بيئة الكانتجوتو؟ برغم أن قوانين الفيزياء لا تسمح لنا بأن تكون فى واحدة منها، فإنها تبقى ممكنة منطقيًا، وهكذا فإنه من الصحيح التساؤل كيف تكون؟ بالطبع هى لن تعطينا إحساس من نوع جديد لأن مولد الصور العالمى ممكن ومن المفترض أنه جزء من مولد الحقيقة التقديرية عالى التقنية. وهكذا ستكون بيئة الكانتجوتو غامضة بالنسبة لنا بعد تجربتها وما نراه من تأثير لها على النتائج . إنها يمكن أن تجرى على هذا النحو: افرض أنك عقل مولد حقيقة تقديرية فى المستقبل القادم من التقنية العالية، وأنك قد أصبحت منهكًا حتى ليبدو لك أنك قد حاولت كل ما هو مثير ومرغوب. وفى أحد الأيام ظهر لك "جنِّى" وادعى أنه قادر على

أن ينقل لك بيئـة الكانتـجوتو. وكنت متـشككًا ولكنك وافقت أن تضـع دعواه تلك مـحل الاختبار. وفى لحة انتقل بك إليـها وبعد عدة تجارب استطعت تمييز أنها هى، وكانت استـجابتها كتلك التى تجىء إليك من أحب بيئـاتك إليك والتى لها برنامج رقم X فى نظام الحقيقة التقديرية فى منزلك، ومع ذلك ظللت فى خوضك للتجربة وأخيرًا فى أثناء جريان البرنامج الذى افترضت تشابهه مع البرنامج X جاءت الاستجابات مختلفة بشكل ملحوظ عما يمكن أن يقدمه البرنامج X وعليه يئست من أن تعتبره بأنه البيئة X. وربما تلاحظ وقتئذ أن كل ما حدث حتى الآن متماسك فى ذاته ومتفق مع بيئة أخرى قابلة لأن تحاكى ولتكن هى البيئة Y ولكن فى اللحظة الذاتية للبيئة Y سوف تتأكد من أنك مخطئ مرة أخرى. سمات بيئة الكانتانجوتو ببساطة هى: لا يهم ما أنت معتاد على تخمينه، ولا يهم مدى تعقيد البرنامج الذى تراه وتتأمله معتقدًا أنه يحاكى بيئة ما لأنه دائمًا ما سيبرهن على أنك على خطأ. واقع الأمر أنه لا يوجد برنامج سيحاكيها على مولد الحقيقة التقديرية الخاص بك أو على أى مولد آخر غيره.

أجلاً أو عاجلاً سوف تنهى الاختبار عند هذه النقطة. ربما تقرر الإذعان لادعاء "الجنى". وليس هذا معناه مثل القول بأنك لم تستطع أبدًا البرهنة على أنك كنت فى محاكاة لبيئة الكانتجوتو، لأنه يبقى دائمًا مزيد من البرامج المعقدة سيجريها "الجنى" التى قد تتلاءم أو تناسب خبراتك حتى الآن. هذا مجرد الملمح العام للحقيقة التقديرية التى ناقشتها بالفعل، أعنى هذه التجربة لا تثبت أن المرء فى بيئة محددة، كالوجود فى الصالة المركزية لومبلدون أو فى بيئة من طراز كانتجوتو.

وعلى أية حال، فليس ثمة وجود لمثل هذا "الجنِّى"، ولا وجود لمثل تلك البيئات. لذا انتهى إلى أن الفيزياء لا تسمح بإعادة العرض فى مولد حقيقة تقديرية لأن تكون قريبة للحجم الذى يسمح بها المنطق وحده. إلى أى مدى يمكن أن يكون إعادة العرض كبيرًا؟

طالما لا يمكننا الأمل فى محاكاة كل البيئات الممكنة منطقياً، دعنا نعتبرها نوعًا أضعف من العالمية وإن كان بصفة مطلقة أكثر إثارة. دعنا نعرف مولد الحقيقة التقديرية العالمى بأنه الذى يحوى إعادة العرض فيه على ما يعرضه كل مولد فيزيائى أخر للحقيقة التقديرية. هل توجد مثل هذه الماكينة؟ نعم ممكن التفكير فى الحيل المستقبلية المبنية على التحكم الكمبيوترى لمثيرات الأعصاب، بما يجعل الأمر واضحًا بل شديد الوضوح فى واقع الأمر. مثل هذه الماكينة يمكن برمجتها لتكون لها سمات أى ماكينة أخرى مزاحمة أو منافسة لها. إنها تستطيع حساب كيف لها أن تستجيب، فى ظل برنامج معين، لأى تصرف قد يأتى به المستخدم ومن ثم يمكن أن تحاكى مثل هذه الاستجابات بدرجة جيدة من الصحة (من وجهة نظر مستخدم معين). لقد قلت "بل شديد الوضوح تقريباً" لأنها تشتمل على افتراض هام بشأن الحيلة المقترحة، وبطريقة أكثر تحديداً شكلها الكمبيوترى، أعنى أنه يمكن برمجتها لتفعل ذلك، فى حالة وجود برنامج مناسب، ووقت كاف ووسيط تخزين، يمكنها أن تحسب مخرجات الحوسبة التى يجريها أى كمبيوتر آخر بما فيهم الموجود فى مولد الحقيقة التقديرية المنافس وهكذا فإن معقولية وملاءمة مولد حقيقة تقديرية عالمى تعتمد على وجود كمبيوتر عالمى، آلة واحدة يمكنها حساب أى شىء يمكن حسابه.

وكما قلت فقد تم بحث ودراسة هذا النوع من العالمية فى البدء بمعرفة الرياضيين وليس الفيزيائيين. لقد كانوا يحاولون صنع جوهر فكرة "الحوسبة" (أو الحساب أو البرهنة) لشىء ما فى الرياضة. لم يضعوا فى اعتبارهم أن الحسابات الرياضية هى عمليات فيزيائية (وبالتحديد كما أسلفت شرحه إنها حقيقة تقديرية تحاكى العمليات)، لذا لا يمكن تحديد من خلال التسبيب الرياضى ما الذى يمكن أولاً حسابه رياضيًا. هذا يعتمد بالكامل على قوانين الفيزياء. ولكن بدلاً من استنتاج نتائجهم عن طريق قوانين الفيزياء راح الرياضيون ينشئون رموزًا مجردة للحوسبة وعرفوا "الحساب" و"البرهان" من خلال مصطلحات تلك الرموز.

(سأناقش هذا الخطأ الطريف فى الفصل العاشر). هذا ما جعل ثلاثة رياضيين بعد أكثر قليلاً من ثلاثة شهور عام ١٩٣٦ إميل بوست Emil Post، وألنزو تشيرش(*) Alonzo Church والأكثر أهمية آلان تورنج Alan Turing ينشئون بشكل مستقل أول تصميم تجريدى للكومبيوترات العالمية. كل منهم خَمنَ أن الموديل الخاص به للحوسبة هو الذى بالطبع قد شَكَّل على نحو صحيح التصميم التقليدى لجوهر فكرة "الحوسبة" الرياضية واستتبع ذلك أن كل منهم خمن أن موديله مكافئ (لديه نفس إعادة العرض) لأى تشكل معقول لنفس الفكرة. هذا معروف الآن بتخمين تشيرش وتورنج.

موديل تورنج للحوسبة، ومفهومه عن طبيعة المشكلة التى كان عليها، كان هو الأقرب للتجسيد. كمبيوتره التجريدى: "ماكينة تورنج" تُشكَّل من شريط ورقى مقسم إلى مربعات فوق كل منها عدد محدد من الرموز المميزة. والحوسبة تم عملها عبر اختبار لكل مربع على حدة فى كل مرة، وتحريك الشريط للأمام أو للخلف، ثم كتابة أو حذف واحد من الرموز طبقًا لقواعد بسيطة وغير ملتبسة. وأثبت تورنج أن كمبيوتر واحد من هذا الطراز "ماكينة تورنج" العالمية تحتوى على نفس "إعادة العرض" الموجودة فى أى "ماكينة تورنج" أخرى. لقد خمّن أن "إعادة العرض" هذه تشتمل تحديداً على كل وظيفة يمكن اعتبارها بشكل طبيعى قابلة للحساب. كان بذلك يعنى قابلة للحساب رياضياً.

(*) ألونزوتشرش Alonzo Church رياضى أمريكى قام عام ١٩٣٦ (مع آخرين، وإن كان بشكل منفرد، هما ستيفن كلين Stephen Kleen وإميل بوست Emil Post) بتقديم ميزتين رمزيتين للعملية الحوسبية (فى علوم الكمبيوتر) وهما متساويتان مع قوة الحوسبة فى ماكينة تورنج، ومن حيث إن كل المميزات قابلة للحوسبة على نفس مستوى وظائفها فقد تم فهمها على نطاق واسع باعتبارها مشاكل قابلة للحل وهو ما أعطى مصداقية للبحث المعروف باسم "تشرش" والذى يقرر أن حدود كل النماذج هى التى تقرر حدود الحوسبة الأوتوماتيكية. (المترجم)

ولكن الرياضيين ليسوا نماذج مثالية للموضوعات الفيزيائية. لماذا علينا افتراض أن محاكاة عملية فعلهم للحوسبة هى الحد الأقصى فى الأهداف الحوسبية؟ لا يبدو أن الأمر كذلك. وكما سأشرح فى الفصل التاسع "الكمبيوترات الكمية" يمكنها أن تقوم بحوسبة لا يستطيع أى رياضى بشرى ولو حتى من حيث المبدأ أن يقوم بها أبدًا. لقد كان متضمنًا فى عبارة تورنج التى توقع فيها "التى يمكن النظر إليها بشكل طبيعى على أنها قابلة للحوسبة" أيضًا، على الأقل من حيث المبدأ، الذى يمكن حوسبته فى الطبيعة. هذا التوقع يشابه وجه فيزيائى أقوى من تخمين تشيرش وتورنج. حين اقترح الرياضى روجر بنروز(*) Roger Penrose بأن من الواجب تسميته: "مبدأ تورنج".

مبدأ تورنج:

الكمبيوترات المجردة التى تحاكى الموضوعات الفيزيائية تعنى أنه يوجد كمبيوتر مجرد وعالمى تشتمل إعادة العرض فيه على أية حوسبة يمكن أن يقوم بها موضوع فيزيائى ممكن".

اعتقد تورنج أن الكمبيوتر العالمى الذى نحن بصدده هو "ماكينة تورنج" العالمية. وإذا أخذنا فى الاعتبار إعادة العرض الواسعة للكمبيوتر الكمى، فقد وضعت المبدأ فى شكل لا يحدد أى كمبيوتر مجرد هو الذى سيقوم بالعمل.

(*) روجز بنروز Roger Penrose (١٩٣١ - ...) رياضى إنجليزى، مشايع كبير للنسبية كما أثبت مع هوكنج فى ستينات القرن ٢٠ أن البقع السوداء تنهار لمستوى "التفرد" عند نقطة هندسية من الكون تنضغط عندها الكتلة إلى مصدر لا نهائى وإلى قيمة صفر، فضلاً عن تطويره طريقة لرسم خرائط الزمكان المحيط بالبقع السوداء يستطيع المرء فيها أن يتخيل تأثير الجاذبية على أى مقترب من هذه البقع. (المترجم)

البرهان الذى سقته لإثبات أن بيئة الكانتجوتو ترجع إلى تورنج أساسًا وكما قلت لم يكن يفكر بوضوح بالنسبة للحقيقة التقريبية أو بذات المصطلحات الخاصة بها، ولكن فى "بيئة يمكن محاكاتها" تتطابق مع مستوى من أسئلة رياضية تكون إجاباتها قابلة للحساب. هذه الأسئلة قابلة للحساب أما باقى الأسئلة التى لا سبيل إلى حوسبتها تسمى "غير المحوسبة". إذا كان ثمة سؤال من هذا النوع الأخير لا يعنى أنه ليست له إجابة أو أن إجابته بأى معنى غير قابلة للتعريف أو غامضة. بل على العكس فإنه بالتحديد له إجابة. إنه فقط لا يمكن بأى طريقة الحصول عليه فيزيائيًا حتى من حيث المبدأ (وبتحديد أكثر فإنه طالما يمكن للمرء دومًا أن يصنع تخمينًا صحيحًا أو ربما غير قابل للإثبات فهو لا يمكنه إثبات أنه يمثل الإجابة). على سبيل المثال:

الزوج الأوّلى هو رقمان أوليان يختلفان عن بعضهما بفارق ٢ مثل (٣، ٥) أو (١١، ١٣) حاول الرياضيون دون جدوى الإجابة على السؤال: هل هناك عدد غير محدود من هذه الأزواج أم أن عددهم محدود؟ ولا يُعرف هل استكمل هذا السؤال، دعنا نفترض أنه لم يستكمل. وهذا معناه ألا أحد ولا أى كمبيوتر يمكنه على الإطلاق أن ينتج برهانًا على لا نهائية عدد مثل هذه الأزواج أو نهائيتهم. وحتى مع ذلك فإن للسؤال إجابة: المرء يستطيع القول بأنه من المؤكد أنه يوجد عدد كبير منها أو أنها لا نهائية العدد إذ لا توجد إمكانية ثالثة لهذين الاحتمالين. يبقى السؤال جيد التعريف حتى لو أننا لن نعرف إجابته أبدًا.

ليس ثمة إمكانية فيزيائية لأى مولد حقيقة تقديرية أن يحاكى بيئة تكون الإجابات فيها عن أسئلة غير قابلة للحوسبة يطلبها المستخدم (وذلك باستخدام مصطلحات الحقيقة التقديرية). مثل هذه البيئات هى من طراز الكانتجوتو. وعلى سبيل الحديث فإن كل بيئة كانتجوتو تتطابق مع مستوى من الأسئلة الرياضية (ما الذى سيحدث بعد ذلك فى بيئة يمكن تعريفها بطريقة مثل كذا، وكذا؟) يستحيل الإجابة عليها فيزيائيًا.

ولو أن الأسئلة غير القابلة للحوسبة عددها لا نهائى بدرجة أكبر من تلك القابلة للحوسبة إلا أنها تميل للغموض والسرية بدرجة أكبر. وليس ذلك صدفة. ذلك لأن الأجزاء من الرياضة التى نميل لأخذها فى الاعتبار على أنها أقل غموضاً وسرية هى تلك التى نراها منعكسة على سلوك الموضوعات الفيزيائية فى أوضاعها المألوفة. فى مثل هذه الحالات نحن نستخدم هذه الموضوعات الفيزيائية فى الإجابة على الأسئلة التى تتطابق مع العلاقات الرياضية. مثل أننا نستطيع الاعتماد على الأصابع لأن فيزياء الأصابع تتشابه طبيعياً مع حساب كل الأرقام من صفر إلى عشرة.

الثلاثة أنواع للكمبيوترات المجردة المختلفة التى تم تعريفها بواسطة تورنج، سرعان ما ثبت أنها متماثلة مع التى عَرَّفها كل من تشيرش وبوست وهكذا أيضاً كل إعادة عرض فيها يتماثل مع كل إعادة العرض فى الموديلات المجردة للحوسبة الرياضية منذ بدء اقتراحها. ويعتقد أن ذلك قد تم بمعاونة تخمين تشيرش وتورنج وللعالمية التى مثلتها ماكينة تورنج العالمية. ومع ذلك فإن قوة الحوسبة فى الماكينات المجردة لا ترتكز على ما يمكن حوسبته فى الحقيقة. مدى الحقيقة التقديرية وأفقها، وتطبيقاتها الواسعة فى مجال فهم الطبيعة وكل أوجه نسيج الحقيقة، يعتمد على ما إذا كانت الكمبيوترات وثيقة الصلة ممكنة التحقق فيزيائيًا. وبالتحديد يجب أن يكون كمبيوتر عالمى فى ذاته قابلاً للتحقق. وهذا يقود إلى ترجمة أقوى لمبدأ تورنج.

مبدأ تورنج لكمبيوترات فيزيائية تحاكى بعضها البعض:

"من الممكن بناء مولد حقيقة تقديرية تشمل إعادة العرض فيه تلك التى فى كل مولد حقيقة تقديرية آخر ممكن فيزيائيًا". والآن فأى بيئة يمكن محاكاتها بواسطة مولد حقيقة تقديرية من نوع ما (مثلاً يستطيع المرء دائما أن يناظر نسخة من هذه البيئة كما لو أنها مولد حقيقة تقديرية له إعادة عرض صغيرة). وعليه فإنه يستتبع هذا الوجه

من مبدأ تورنج أن أى بيئة ممكنة فيزيائيًا يمكن أن تُحاكى بواسطة مولد عالمى للحقيقة التقديرية. وبما أنه للتعبير عن قوة التشابه الذاتى الكائنة فى بناء الحقيقة التى تضم ليس فقط الحوسبة وإنما كل العمليات الفيزيائية، فإنه يمكن وضع مبدأ تورنج فى الشكل التالى:

مبدأ تورنج (لمولدات حقيقة تقديرية تستخلص بعضها البعض)

"من الممكن بناء مولد حقيقة تقديرية تشتمل إعادة العرض فيه كل بيئة ممكنة فيزيائيًا"

هذا الشكل هو أقوى أشكال مبدأ تورنج. إنه لا يقول لنا فقط إن الأجزاء المختلفة من الحقيقة تشبه بعضها الآخر إنما يقول لنا أيضًا أن أى موضوع فيزيائى واحد يمكن بناؤه مرة واحد وإلى الأبد (بعيدًا عن الصيانة وإمداده بأى ذاكرة إضافية إذا كانت ثمة حاجة لذلك)، ويمكنه أن يؤدى بدرجة لا متناهية من الصحة أهداف وصف أو مشابهة أى جزء أخر من التعدد أو الكثرة. مجموعة كل السلوكيات والاستجابات الصادرة عن هذا الموضوع الفيزيائى الواحد تعكس بانضباط تام كل السلوكيات والاستجابات لكل الموضوعات والعمليات والأخرى الممكنة فيزيائيًا.

هذا بالتحديد هو نوع التشابه الذاتى الضرورى إذا، وطبقًا للأمل الذى عبرّت عنه فى الفصل الأول، ما أريد بإخلاص توحيد نسيج الحقيقة وجعلها مفهومة ومدركة. إذا كانت قوانين الفيزياء التى تستخدمها موضوعات وعمليات الفيزياء تستوجب فهمها وإدراكها فمن الواجب أن تكون متضمنة أيضا فى موضوعات الفيزياء الأخرى – المعروف منها. ومن الضرورى أيضًا أن تكون تلك العمليات القادرة على إنشاء مثل هذه المعرفة ممكنة فيزيائيًا. هذه العمليات هى التى تسمى "العلم". والعلم يعتمد على الاختبارات التجريبية، وهو ما يعنى محاكاة فيزيائية لتنبؤات القوانين ومقارنتها مع

محاكاة الحقيقة. ويعتمد أيضًا على التفسير وهو ما يتطلب القوانين المجردة بذاتها، ليس فقط محتواها التنبؤى لتصبح قابلة لمحاكاتها فى الحقيقة التقديرية. إنه أمر طويل، ولكن ثمة تقابل بين الأمرين أى بمعنى بين ذلك وبين قوانين الفيزياء. وبواسطة العمل وفق مبدأ تورنج فإن قوانين الفيزياء تجعل من الممكن فيزيائيًا لنفس القوانين أن تكون معروفة للموضوعات الفيزيائية.

طالما أن بناء مولد حقيقة تقديرية عالمى ممكن فيزيائيًا، فلا بد أنه قد بُنى فعلاً فى بعض العوالم. ثمة توضيح ضرورى هنا. كما شرحت فى الفصل الثالث، يمكننا بشكل طبيعى أن نُعرِّف عملية ممكنة فيزيائيًا بأنها تلك التى تحدث بشكل طبيعى فى متعدد العوالم. ولكن على نحو قاطع فإن مولد الحقيقة التقديرية وهو حالة محدودة يتطلب عدة مصادر تحكمية لكى يعمل. وهكذا فالذى نعنيه بالقول أنه "ممكن فيزيائيًا" هو أن مولدات الحقيقة التقديرية لها إعادة عرض تتشابه مع مجموعة كل البيئات الممكنة فيزيائيًا الموجودة فى متعدد العوالم، أنه يتم محاكاتها فى مكان ما. ويشبه ذلك أن قوانين الفيزياء طالما كانت قابلة لأن تحاكى، فإنه تتم محاكاتها فى مكان ما. وعلى ذلك فإنه يتبع مبدأ تورنج (فى أقوى تشكيل له والذى ناقشته توا) أن قوانين الفيزياء ليس مجرد أنها تفوض قابليتها للفهم والإدراك ببعض معنى تجريدى يُفهم بواسطة علماء تجريديين. إنها ببساطة تتضمن الوجود الفيزيائى، فى مكان ما من متعدد الأكوان، للكينونات التى تفهمها على نحو اعتباطى أو تحكمى جيد. سوف أناقش تلك التطبيقات أكثر فى الفصول اللاحقة.

الآن سأعود للسؤال الذى وضعته فى الفصل السابق عما إذا كان لدينا فقط حقيقة تقديرية لمحاكاة قائمة على القوانين الفيزيائية الخاطئة لكى نتعلم منها، إذن نتوقع أننا سنتعلم القوانين الخاطئة. أول ما نركز عليه أنه لدينا فقط حقيقة تقديرية قائمة على قوانين خاطئة لنتعلم منها! وكما قلت كل تجاربنا الخارجية هى حقيقة تقديرية ولَّدتها أدمغتنا. وطالما أن كل نظرياتنا ومفاهيمنا (سواء المولدة أو المتعلمة)

ليست أبدًا تامة فكل محاكاتنا ليست بدورها كاملة الصحة. أى أنها تعطينا خبرة بيئة يختلف معناها عن البيئة التى نحيا فيها بالفعل. السراب وأية أوهام بصرية تعتبر أمثلة على ذلك. وبخلاف ذلك نحن نخبر الأرض كأنها ثابتة تحت أقدامنا على الرغم من أنها فى الحقيقة تتحرك بسرعة وأيضًا نحن نخبر عالما واحدًا وواقعة واحدة لوجودنا الواعى فى الزمن الواحد بينما العوالم والأزمنة متعددة فى الحقيقة. ولكن قلة الصحة هذه والخبرات المراوغة لا تثبت شيئًا ضد التسبيب العلمى. على العكس تلك النواقص هى نقاط البداية له.

نحن نحاول توظيف حل المعضلات حول الحقيقة الفيزيائية. إذا كان الأمر أن كل الوقت الذى استُغرق مجرد دراسة برنامج وبرمجة الأفق السماوى الكونى، سوف يعنى أننا فقط درسنا مجرد جزء صغير من الحقيقة أكثر مما تصورنا أصلاً. ماذا إذن؟ هذه الأمور وقعت كثيراً فى تاريخ العلم، وقد امتد أفقنا ليشمل النظام الشمسى، ومجرتنا، والمجرات الأخرى، والأشكال العنقودية للمجرات، والأكوان المتوازية. وربما غداً لتشمل ما هو أعرض من ذلك، بالطبع ربما يحدث طبقا لأية واحدة من ذلك العدد اللانهائى من النظريات – أو ربما لا يحدث أبدًا منطقيًا لا بد أن نذعن للأنانة والنظريات ذات الصلة بأن الحقيقة التى تدور دراساتنا حولها ليست جزءًا متمثلاً مما هو أكبر وغير ممكن بلوغه أو غير مدرك من البناء. ولكن الرفض العام الذى أبديته لمثل هذه المعتقدات أظهر أنه من غير العقلانية أن نبنى فوق هذه الإمكانية. وتبعًا لأوكام Occam فنحن سنستمتع بهذه النظريات لو أمدتنا بتفسيرات فقط أفضل من التفسيرات التى تقدمها النظريات المنافسة الأبسط منها.

ومع ذلك فثمة سؤال نستطيع أن نستمر فى سؤاله. تصور أن شخصًا ما مسجونًا فى جزء صغير وغير مهم من الحقيقة التى تخصنا – مثلا داخل مولد حقيقة تقديرية عالمى سبق برمجته طبقًا لقوانين فيزيائية خاطئة. ما الذى يمكن لهذا الشخص أن يتعلمه من القوانين الخاطئة تلك عن حقيقتنا الخارجية؟ للوهلة الأولى يبدو أنه

يستحيل أن يكتشف أى شىء عنها، كما يبدو أن أكثر ما سيمكنه اكتشافه هى قوانين الأداء أعنى البرنامج، التى يقوم الكمبيوتر بمحاكاة سجن هذا الشخص.

ولكن الأمر ليس كذلك! لا بد أن يكون فى ذهننا أنه لو كان السجناء من العلماء فإنهم سيجدّون فى البحث عن التفسيرات والتنبؤات. وبكلمات أخرى فإنهم لن يكونوا راضين عن مجرد معرفتهم للبرنامج الذى يتحكم فى سجنهم: سوف يرغبون فى تفسير أصل ومساهمة العوامل الأخرى، التى يلاحظونها فى البيئة التى يسكنوها بما فى ذلك ذواتهم أنفسهم. ولكن فى معظم بيئات الحقيقة التقديرية لا توجد مثل هذه التفسيرات، لأن الموضوعات التى تتم محاكاتها لا تتجذَّر هناك ولكنها مصممة فى الحقيقة الخارجية. افترض أنك تلعب بواحدة من ألعاب الفيديو فى الحقيقة التقديرية. ومن أجل التبسيط افترض أن اللعبة هى مجرد "الشطرنج" (أول منظور شخصى ربما، الذى تتبنى فيه شخصية الملك) سوف تستخدم السبل العلمية المعتادة والانبثاقات التالية له سوف تتعلم أن "موت الملك" أو "إحراجه" (وضعه فى مأزق) هى من الأحداث الممكنة فيزيائيًا (ممكنة لدى أحسن فهم وإدراك لك عن كيف تعمل البيئة) ولكن وضع تسعة بيادق بيضاء قليلة الشأن ليس ممكنًا فيزيائيًا. وبمجرد فهمك للقوانين بدرجة كافية، سوف تلاحظ أن رقعة الشطرنج موضوع بسيط جدًا لكى تكون لديه أفكار مثلاً، وبالتالى فإن عملياتك أنت الفكرية لا يمكن أن تسيطر عليها قواعد اللعبة وحدها: وبالمثل يمكنك قول ذلك خلال أى عدد من مباريات الشطرنج: القطع لا يمكنها أبدًا أن تستخرج أو تستنبط إعادة إنتاج ترتيبها أو هيئتها. إذا لم تتمكن الحياة من التشكل على رقعة الشطرنج فأقلّ من ذلك أن يتشكل الذكاء أو العقل. ولهذا يمكنك أن تستنتج أيضًا أن عملياتك الفكرية لا يمكن أن تتجذر أو تتأصل فى الكون الذى تجد نفسك فيه. وهكذا إذا لم تكن عشت فى بيئة محاكية طوال حياتك، ولم تكن لديك ذكرياتك عن العالم الخارجى لتأخذها فى الاعتبار أيضًا، فلن تكون معرفتك وليدة هذه البيئة أو فى حالة المخاض بالنسبة إليها. سوف تعرف أنه ولو أن الكون له منظور عام ويخضع

لبعض القوانين فلا بد أن تكون هناك أكوان أعرض خارجة، تخضع لقوانين فيزياء مختلفة. وربما أيضاً يمكنك تخمين بعض السبل لأن هذه القوانين الأعرض لا بد لها أن تختلف عن قواعد رقعة الشطرنج وقوانينها.

ألمح أرثر سى . كلارك(*) Arthur C. Clarke فى إحدى المرات إلى "أى تقنية متقدمة بدرجة كافية لن تفرقها عن السحر" وهذا صحيح ولكنه مراوغ قليلاً. إنه موضوع من خلال وجهة النظر السابقة عن التفكير العلمى والتى تمثل طريقة خاطئة. الحقيقة هى أنه بالنسبة لأى امرئ يفهم جيداً ما هى الحقيقة التقديرية فإنه حتى بالنسبة لسحر عبقرى سوف لا يتميز عن التقنية، لأنه لا مكان للسحر فى الحقيقة المدركة. أى شىء غير مفهوم أو مدرك ينظر إليه العلم على أننا لم نفهمه أو ندركه بعد، هو مجرد حيلة لاستحضار صورة لتقدم تقنى أو قانون جديد فى الفيزياء.

التسبيب من خلال مقدمة عن وجود المرء ذاته يسمى التسبيب الأنثروبولوجى ومع ما له من قابلية التطبيق فى المجال الكونى، فهو عادة ما تكون له تكملة من فروض جوهرية عن طبيعة "المرء نفسه" قبل أن يستخدم فى تعريف النتائج. ولكن التسبيب الأنثروبولوجى ليس هو الطريقة الوحيدة التى يمكن أن تشارك سجن الحقيقة التقديرية المفترض فى إمكانية اكتساب المعرفة من العالم الخارجى. أى من التفسيرات المستخرجة منه تصل بالكاد للحقيقة الخارجية. على سبيل المثال فإنه توجد فى قواعد الشطرنج أن اللاعب صاحب الفكر يستطيع أن يميز أن "الدليل القديم" البالى من هذه القواعد له تاريخ تطورى: هناك حركات استثنائية مثل التبييت وقتل جندى فى نصف

(*) أرثر سى . كلارك Arthur C. Clarke (مولود ١٩١٧) فلكى إنجليزى (يتحرك حاليًا من خلال كرسى متحرك) له اختبارات فى المجالات الفلكية كما كتب فى الخيال العلمى كما كان مسئولاً عن الرادار فى الحرب العالمية الثانية، ومنذ عام ١٩٥٤ ربط الفلك بالبحر، وفى عام ١٩٥٦ انتقل للحياة فى كولومبو بسرى لانكا ليصبح رائداً للاستكشافات على شاطئها. (المترجم)

خطوة مما تتوسع بها التعقيدات ولكن تجود اللعبة. فى تفسير التعقيد يمكن للمرء أن يحكم بأن قواعد اللعبة لم تكن على ما هى عليه الآن.

ووفقًا للمخطط البوبرى (نسبة إلى بوبر Popper) للأشياء، فإن التفسيرات عادة ما تقود ودومًا إلى معضلات تستوجب التفسير هى الأخرى. إذا فشل السجناء بعد فترة فى تجويد تفسيراتهم القائمة، ربما يستسلمون، أو ربما وبشكل زائف ينتهون إلى أنه ليس ثمة مزيد من التفسيرات المتاحة. ولكن قد لا يستسلمون ويستمرون فى التفكير حول تلك الأوجه من بيئتهم التى ينقصها التفسير. وهكذا لو أن السجانين ذوى التقنية العالية أرادوا أن يكونوا واثقين أن بيئتهم المحاكية سوف تظل دائمًا خادعة للسجناء فى التفكير بأنه لا يوجد عالم خارجى، فربما يقومون بوقف العمل بالنسبة لهؤلاء السجناء. كلما أرادوا أن يستمر الوهم لمدة أطول كلما زادوا فى عبقرية البرنامج. ليس كافيًا منع المشارك فى السجن من ملاحظة الخارج. البيئة المحاكية لا بد أن تكون غير محتاجة لأى تفسير عما هو بالداخل يكون متصلاً بالخارج أو متطلبًا له التأمل فيما هو فى الخارج. وبكلمات أخرى فإن البيئة لا بد لها أن تكون مستكفية بتفسيراتها. وباختصار أنا أشك أن أى جزء من الحقيقة له هذه الخاصية.

اصطلاحات :

مولد عالمى للحقيقة التقديرية: Universal virtual - reatily generator	هو الذى تشتمل إعادة العرض فيه كل البيئات الممكنة فيزيائيًا.
بيئات الكانتجوتو: Cantgotu environ-ments	البيئات الممكنة منطقيًا التى لا يمكن محاكاتها بأى مولد حقيقة تقديرية ممكن فيزيائيًا.
الجدل الانحرافى (المائل): Diagonal argu-ment	شكل البرهان الذى يتخيل فيه المرء عمل قائمة لمجموعة جواهر أو كينونات ومن خلال استخدام ذات القائمة يبنى أو ينشئ كينونات ذات صلة ولكن لا يمكن أن تكون على ذات القائمة.
ماكينة تورنج: Turing Machine	واحدة من أوائل الموديلات المجردة للحوسبة.
ماكينة تورنج العالمية: Universal turing machine	(فى شكله الأقوى) أنه من الممكن فيزيائيًا بناء مولد حقيقة تقديرية عالمى. وطبقًا للافتراض الذى سقته فليس ثمة قيد على مولدات الحقيقة التقديرية المتصفين بالعالمية التى يمكن أن تُبنى هنا أو هناك عبر التعدد والكثرة (متعدد العوالم).

الخلاصة :

الجدل الانحرافى يظهر لنا أن الأغلبية الهائلة من البيئات الممكنة منطقيًا لا يمكن محاكاتها فى الحقيقة التقديرية. وقد أسميتها بيئات الكانتجوتو. وعلى الرغم من ذلك لا يوجد تشابه ذاتى مفهوم أو مدرك فى الحقيقة الفيزيائية وهو المعبر عنه فى "مبدأ تورنج": يمكن بناء مولد حقيقة تقديرية تحتوى إعادة العرض فيه على كل البيئات الممكنة فيزيائيًا. وعلى هذا فإن بناء أى شىء فيزيائى قابل للبناء يمكنه أن يشابه كل سلوك والاستجابات لدى أى موضوع ممكن فيزيائيًا أو عملية ممكنة فيزيائيًا. هذا هو الذى يجعل الحقيقة مفهومة أو مدركة.

إنه أيضًا يجعل التطور العضوى (للكائن الحى) فى الحياة ممكنًا. ومع ذلك وقبل أن أناقش التطور الذى اعتبره الفرع الرابع لنسيج الحقيقة سوف أقوم برحلة قصيرة فى مجال المعرفة.

الفصل السابع

حديث حول "التبرير"

(أو دافيد والاستقراء الخفى)

اعتقد أننى قمت بحل معضلة فلسفية كبرى: ألا وهى مشكلة الاستقراء

كارل بوير

Karl Popper

لقد شرحت فى مقدمة هذا الكتاب أنه ليس بصفة مبدئية يعد دفاعًا عن النظريات التأسيسية للأربعة أفرع الرئيسية التى اعتبرتها نسيجًا للحقيقة، أنه بحث عما تقوله هذه النظريات، وأى نوع من الحقيقة تقوم بوصفه لنا، ولذا فلم أوضح أو أوجِّه حديثى لأى مستوى من العمق فى النظريات المتخالفة معها. ومع ذلك فثمة نظرية من هذا النوع الأخير تسمى "الحس العام" والتى يتطلب العقل أو التسبيب منى رفضها كلما بدا أنها تقف فى مواجهة ما أحاول تأكيده. ومنذ قمت فى الفصل الثانى برفضها جذورا وأفرعًا من حيث قولها بأنه لا يوجد سوى كون واحد.

وفى الفصل الحادى عشر سوف أقوم بنفس الشىء (الرفض) لفكرتها القائلة بأن الزمن "يتدفق" أو أن وعينا يتحرك عبر الزمن. وفى الفصل الثالث انتقدت "الاستقراء". وفكرة "الحس العام" الخاصة بأننا نشكِّل النظريات حول العالم الفيزيائى من خلال تعميم نتائج الملاحظة، وبأننا نقوم أو نحكم على تلك النظريات عبر إعادة "الملاحظة". لقد شرحت كيف أن الاستقراء من خلال الملاحظة يستحيل أمره وأن التقويم الاستقرائى غير صالح. وكيف يقوم الاستقراء على فكرة خاطئة تتحصل فى أن العلم ليس إلا البحث عن التنبؤات على أساس الملاحظة أكثر منه شروح وتفسيرات كاستجابة للمعضلات. وشرحت أيضًا (بعد بوبر بالطبع) أن العلم يصنع التقدم من خلال تقديم تفسيرات جديدة واختيار أحسنها بناء على إخضاعها للتجربة. كل هذا يحظى بقبول واسع لدى الكثير من العلماء والفلاسفة. أما غير المقبول لدى معظم الفلاسفة هو أن تلك العلمية بالذات قد قُوِّمت أو انتهى الأمر فيها إلى حكم. دعنى أشرح لك:

يسعى العلم إلى التفسير الأحسن. التفسير العلمى يعطى اعتبارًا لملاحظاتنا عبر المطالبة أو الإدعاء كيف تبدو الحقيقة وكيف تعمل. نحن نعتبر أن التفسير أحسن عندما يدع نهايات مفتوحة أقل (مثل الجواهر التى تظل بعد خواصها غير مفسرة)، وأنه يتطلب وضع شروط أبسط، وأنه أكثر عمومية، وأنه ذو صلة بتفسيرات أفضل وأسهل فى مجالات أخرى، وهكذا .. ولكن لماذا يكون التفسير أفضل عندما نفترض دائمًا أنه كذلك فى الواقع العملى. أعنى الحديث عن نظرية صادقة؟ ولماذا من أجل ذلك نكوِّن رأيًا بأن نظرية أخرى هى خطأ صرف (مثل واحدة ليس لها أى من الخواص السالفة) وإنها بالضرورة زائفة؟ بالطبع ليست هناك علاقة منطقية ضرورية بين الصدق وقوة التفسير. التفسير السيئ (مثل نظرية الأنانة) ربما يكون صادقًا. حتى أفضل التفسيرات المتاحة وأصدقها ربما تسفر عن تنبؤ زائف فى حالات معينة، وقد تكون هذه الحالات بعينها هى أكثر ما نعتمد على النظرية فيه. ليس ثمة شكل صالح للتسبيب يمكنه منطقيًا أن يحكم مثل هذه الإمكانيات أو حتى يثبتها أيضًا. ولكن فى هذه الحالة ما الذى يقوم اعتمادًا على أفضل التفسيرات كمؤشرات تقود إلى صنع القرار العلمى؟ وبصفة أكثر عمومية أيا كان المعيار الذى نستخدمه فى الحكم على النظريات العلمية، كيف يمكن لحقيقة أن النظرية التى تلتقى مع هذا المعيار اليوم سوف تسفر عن أى شيء يمكنه أن يحدث لو أننا اعتمدنا على ذات النظرية وحدها غدًا؟

هذا هو الشكل الأحدث لمشكلة الاستقراء. معظم الفلاسفة راضون الآن كالرضا الذى كان عند بوبر عندما ذكر أن النظريات الجديدة لم تستنتج إلا شيئًا من مجرد فرضيات ظنية. وأيضًا يقبلون أن التقدم يتم عبر الحدوس والرفض (كما وصفنا فى الفصل الثالث) وأن النظريات تصبح مقبولة حينما يتم رفض كل النظريات المتنافسة معها، وليس من خلال قيمة تعدد الوقائع المثبتة لها. إنهم يقبلون بأن المعرفة يُتحصَّل عليها عندما تنحو هذا المنحى وبأنه يمكن الاعتماد عليها. المشكلة أنهم لا يعرفون لماذا تكون على هذا النحو. الاستقرائيون التقليديون حاولوا تشكيل مبدأ للاستقراء الذى يقول بأن الوقائع المثبتة تجعل من النظرية أكثر قبولاً، أو القول بأن المستقبل سوف

يشبه الماضى.. أو أى من قبيل هذه العبارات. حاولوا إنشاء منهج علمى استقرائى ضاربين عرض الحائط ما هو ممكن استنتاجه بشكل صحيح وصالح من "البيانات" (النتائج العملية). جميعهم فشلوا للسبب الذى شرحته. وحتى لو كانوا نجحوا بمعنى إنشاء مخطط علمى يمكن اتباعه بنجاح فى خلق معرفة علمية، فلم يكن هذا ليحل مشكلة الاستقراء، على نحو ما هى مفهومه فى أيامنا الحالية. لأنه فى هذه الحالة سيكون الاستقراء واحداً من الطرق الممكنة للاختيار بين النظريات، وستبقى المشكلة: لماذا يُعتمد على هذه النظريات كأساس لتصرفاتنا. وبكلمات أخرى فإن الفلاسفة الذين يعتورهم القلق بشأن مشكلة الاستقراء ليسوا استقرائيين بالمعنى التقليدى. لا يحاولون التحصل أو تقويم أى نظرية بأسلوب استقرائى. إنهم لا يتوقعون أن السماء ستتداعى على الأرض، ولكنهم لا يعرفون كيف يحكمون أو يُقوّمون هذا التوقع.

يتوق فلاسفة اليوم إلى مثل هذا التقويم المفتقد ولم يعودوا يصدقون أن الاستقراء هو الذى سيمدنا به، ومع ذلك تظل لديهم فى مخططهم للأشياء ما يشبه الثغرة الاستقرائية، مثلما يوجد لدى أهل التدين عندما يفقدون إيمانهم فإنهم يعانون فى مخططهم للأشياء ثغرة فى كيف يكون الرب، ولكن فى رأيى يكمن ثمة فارق صغير بين أن تكون فى مخططك للأشياء ثغرة ما بشكل X مثلا وبين الإيمان بـ X . وطالما أريد أن أحدد مفهومًا مميزا يرضى عنه ذوى الفهم السديد لمشكلة الاستقراء، فإننى أود أن أعيد تعريف المصطلح بحيث يعنى ذلك الذى يعتقد أن عدم صلاحية التقويم الاستقرائى كان يمثل معضلة للأباء من مؤسسى العلم. وبكلمات أخرى فإن الاستقرائى يعتقد أن هناك ثغرة يجب ملؤها، إذا لم يكن من خلال مبدأ للاستقراء فلا بد من إيجاد شىء آخر يملأ هذه الثغرة. بعض الاستقرائيين لا يهمهم أن يُصنّفوا هكذا، ولكن بعضهم يهمه الأمر، ولذا سأطلق عليهم تسمية "الاستقرائيون الملغزون" أو "الغامضون".

معظم الفلاسفة المعاصرين يقعون فى الشريحة الأخيرة. والذى يجعل الأشياء أسوأ أنهم على نحو كبير (مثل كثير من العلماء) يبخسون دور التفسير فى العمليات العلمية. هكذا يفعل معظم البوبريين (المشايعين لبوبر) المضادين للاستقراء والذين يقودهم ذلك إلى إنكار وجود شيء اسمه التقويم أو التبرير (حتى التبرير التجريبى أو المؤقت). هذا من شأنه أن يفتح ثغرة تفسير جديدة فى مخططهم للأشياء. الفيلسوف جون وورّال **John Worrall** استطاع أن يضع الأمر فى شكل درامى على النحو الذى يراه حينما عرضه في شكل حوار تخيلى بين بوبر ومجموعة فلاسفة آخرين تحت عنوان "لماذا فشل بوبر **Popper** وواتكنز **Watkins** فى حل مشكلة الاستقراء" . كانت الصورة أنهم يقفون على قمة برج "إيفل" (فى باريس) وقرر أحد المشاركين - والذى يجيد السباحة - قرر أن ينزل عن طريق القفز من القمة بدلاً من استخدام المصعد على النحو المألوف. حاول الآخرون إقناعه بأن القفز يعنى الموت المحقق. استخدموا أفضل المتاح لديهم من الحجج الفلسفية والعلمية لكن السبّاح المغيظ أو الحانق لا يزال يتوقع أنه سيعوم فى الهواء هابطًا بأمان وظل مشيراً إلى أنه لا يوجد توقع منافس يمكنه منطقيًا إثبات أنه التوقع الأفضل بناء على الخبرة السابقة.

أنا أعتقد أننا نستطيع أن نبرر توقعنا بضرورة موت "السبّاح". التبرير (هو تجريبى ومؤقت بالطبع وبصفة دائمة) يأتى عبر التفسيرات التى تقدمها النظريات ذات الصلة. إلى أى مدى تكون فيه هذه التفسيرات جيدة، والحكم عليها بأنه يمكن الاعتماد عليها بالنسبة للنظريات ذات الصلة. وهكذا ففى الرد على وورال سأقدم هنا والآن محادثة من تخيلى أنا وبنفس الطريقة (بينى وبين واحد ممن أسميتهم بالاستقرائيين الملغزين أو الغوامض).

دافيد (المؤلف): نعم سوف أعتبر أن هذه النظرية قد قُوِّمت لدرجة إمكان الاعتماد عليها. طبقًا للمنهج البوبرى فإن المرء عليه فى مثل هذه الحالات أن يعتمد على النظرية

الأكثر تثبتًا وتأييدًا وتعزيزًا، أى تلك التى كانت موضوعًا لأكثر الاختبارات صرامة واستطاعت البقاء أمامها بينما تم رفض النظريات الأخرى.

الملغز(*): أنت تقول إن على المرء أن يعتمد على النظرية الأكثر تثبتًا وتأييدًا وتعزيزًا". ولكن لماذا بالضبط، أفترض أنه طبقًا لـ: بوبر فإن عمليات الإثبات وأدلة التأييد والتعزيز هى التى قَوَّمت النظرية بمعنى أن تنبؤاتها أقرب لأن تكون صادقة عن تنبؤات النظريات الأخرى.

دافيد: حسنًا ليست أقرب للصدق من كل النظريات الأخرى، لأنه مما لا شك فيه أنه فى يوم ما سوف تحظى بنظريات أفضل فى مجال الجاذبية.

الملغز: أنظر الآن، من فضلك دعنا نوافق على ألا يُخطِّئ كل منا الآخر من خلال انتقادات لا تتصل مع صلب أو جوهر ما نناقشه. بالطبع سوف تكون ثمة نظرية أفضل عن الجاذبية فى يوم ما، ولكن عليك أن تختار أن تقفز أم لا، الآن. وأن تعطينا الدليل المتاح على أنك تخيرت أية نظرية للتصرف طبقًا لها. وأنك اخترتها طبقًا للمعيار البوبرى لأنك تعتقد أن تلك المعايير هى أكثرها قربًا لاختيار النظرية الأصدق تنبؤًا.

دافيد: نعم.

الملغز: من أجل التلخيص، أنت تعتقد أن الدليل السائد المتاح هو الذى يُقوِّم أو يحكم على تنبؤ بأنك ستُقتل إذا ما قفزت عبر السور.

دافيد: لا، إنه لا يفعل ذلك.

الملغز: اللعنة، إنك تناقض نفسك، لقد قلت حالاً إن التنبؤ قد تم تقويمه.

(*) التعبير الأصلى فى الكتاب "الاستقرائى الغامض أو الملغز Crypto - Inductivist ولكننى اكتفيت هنا باستخدام لفظة "الملغز" فقط باعتبار أن التعبير الأصلى يتكرر. (المترجم).

دافيد: تم تقويمه، ولكن لم يتم تقويمه عبر الدليل، إذا كنت تعنى بالدليل كل التجارب التى جاءت مخرجاتها أو نتائجها متطابقة مع التنبؤات الصحيحة فى الماضى. وكما نعلم جميعًا فإن الدليل يتناغم ويتساوق مع عدد لا نهائى من النظريات بما فيها النظريات التى تتنبأ بكل نتيجة ممكنة منطقيًا لعملية قفزى من فوق السور.

الملغز: إذن فى ضوء هذه النظرة، أكرر: المشكلة كلها تتمثل فى العثور على ما يمكنه تقويم التنبؤ. تلك هى مشكلة الاستقراء.

دافيد: حسنًا تلك هى المشكلة التى حلها بوبر.

الملغز: هذا خبر بالنسبة لى، لقد قمت بدراسة بوبر بشكل شامل. وعلى أية حال، ما هو الحل؟ إننى تواق لسماعه. والذى يُقوِّم التنبؤ، إذا لم يكن هو الدليل؟

دافيد: الحجة أو البرهان.

الملغز: الحجة أو البرهان؟

دافيد: نعم الحجة أو البرهان هى التى من شأنها دائمًا أن تُقوِّم أى شىء، تجريبيًا بالطبع. كل التنظير هو موضوع للخطأ وما شاكل ذلك، ولكن تبقى الحجة يمكنها أحيانًا أن تُقوِّم النظريات. هذا هو ما لأجله كانت الحجة.

الملغز: هذه واحدة أخرى من انتقاداتك لا يمكن أن تعنى أن النظرية يمكن تقويمها بالحجة الصرفة أو البرهان القح، مثل التنظير الرياضى(*). من المؤكد أن الدليل يلعب دورًا ما.

(*) فى الواقع إن التنظير الرياضى لم يبرهن عليه بالحجة المحضة (المستقلة عن الفيزياء) هو الآخر، كما سأشرح فى الفصل العاشر (المؤلف).

دافيد: بالطبع . هذه نظرية تجريبية، وهكذا فإنه طبقًا للمنهج العلمى البوبرى، فإن التجارب الحاسمة والعصيبة تلعب دورًا محوريًا لحسم الأمر بين النظرية والنظريات المنافسة لها فهى تستطيع النضال للبقاء بينما يتم رفض الأخريات.

الملغز: وذلك يستتبع أى تبعًا للبقاء والرفض، فإن كل ما حدث فى الماضى، والاستخدام العملى للنظرية فى التنبؤ بالمستقبل، كل هذا قد تم تقويمه.

دافيد: أنا افترض ذلك. ولو أنه يبدو دائمًا قولا مراوغًا وتبعًا لذلك لم نكن نتحدث عن الاستقراء المنطقى.

الملغز: تلك هى النقطة أو الموضوع برمته. ما صنف هذه التوابع؟ دعنى أحاول أن آخذ نقطة عليك هنا. لقد اعترفت أن الحجة وما يخرج عن التجربة هما اللذان يقومان النظرية إذا جاءت نتائج التجربة بشكل مختلف، فإن الحجة سوف تُقوِّم تجربة أخرى. فهل تقبل بهذا المعنى أن تذهب مع الحجة وتقبلها، نعم، أنا لا أريد أن أكرر هذا الشرط - إن نتائج التجربة فى الماضى هى التى تقوم التنبؤ؟

دافيد: نعم أقبل.

الملغز: إذًا ماذا بالضبط عن هذه المخارج الحالية يفترق عن مخارج التجربة فى الماضى التى قَوَّمت التنبؤ، أنا افترض أن المخارج القديمة الممكنة هى التى يمكن أن تقوم بتقويم التنبؤات المعاكسة أو المناقضة.

دافيد: إنها المخارج الحالية هى التى بها رُفضت النظريات المنافسة، وساندت النظريات التى كشفت لنا الحقيقة حاليًا أو التى انتصرت على غيرها.

الملغز: حسنًا، الآن أنصت جيدًا، لأنك قلت توا شيئًا ليس فقط يمكن البرهنة على كذبه، بل أنت نفسك قد أذعنت على عدم صدقه منذ لحظة مضت. لقد قلت إن المخارج التى أتت بها التجربة هى التى تسببت فى رفض النظريات المنافسة ولكنك تعلم جيداً

أنه ليست أى مجموعة من مخارج التجربة يمكنها أن ترفض كل النظريات الممكنة المنافسة لنظرية عامة. لقد قلت بنفسك أن أى مجموعة من المخارج القديمة (أنا أستشهد) تكون متفقة مع عدد لا نهائى من النظريات بما فيهم تلك التى تتنبأ بأى توابع ممكنة منطقيًا لقفزى فوق السور وهذا يستتبع بشكل صارم أن التنبؤ الذى فضلته قد قوّمته نتائج التجربة، لأن هناك عددًا غير محدود من النظريات المنافسة لنظريتك، وليست مرفوضة بعد، والتى يمكن أن تصنع تنبؤات معارضة.

دافيد: أنا بالفعل سعيد، لقد استمعت إليك بإنصات جيد كما طلبت منى، والآن أرى أن جزءًا من الاختلاف بيننا يرجع إلى عدم فهم المصطلحات التى استخدمناها. عندما تحدث بوبر عن النظريات المنافسة لنظرية معينة لم يكن يعنى مجموعة كل ما يمكن أن ينافس منطقيًا، إنما كان يعنى كل النظريات المنافسة الحالية، تلك المقترحة فى مجرى الخلاف العقلى (التى تشمل النظريات التى يقترحها فرد واحد بشكل عقلى صرف فى النزاع العقلى) فى رأسه هو.

الملغز: فهمت. سأقبل بمصطلحاتك ولكن بشكل عارض أو ثانوى (لا أعتقد أن هذا يهم بالنسبة لموضوعنا الحالى، ولكننى فضولى)، إنه تأكيد غريب تنسبه إلى بوبر أن الثقة فى أى نظرية تعتمد على الصدفة التى اقترح فيها آخرون فى الماضى نظريات قد تكون زائفة، بأكثر من الرضا عن النظرية محل السؤال أو على الدليل التجريبى.

دافيد: ليس بالضبط. أنتم الاستقرائيون حين تتحدثون عن ...

الملغز: أنا لست استقرائيًا.

دافيد: بل أنت كذلك.

الملغز: أف! مرة أخرى، سوف أقبل بمصطلحك إذا أصررت على ذلك. ولكنك ربما ترى فىَّ حيوانًا شائكًا من تلك الحيوانات المنقرضة. إنه من الضراوة بمكان أن تلقب

شخصًا بأنه استقرائى إذا كانت كل أطروحته تتمثل فى عدم صلاحية التسبيب الاستقرائى إذا قدم لنا مشكلة فلسفية غير محلولة.

دافيد: لا أعتقد ذلك بل أعتقد أن تلك الأطروحة هى التى عرفت ودائمًا ما يتم بها تعريف الاستقرائى. ولكننى أرى أن بوبر قد حقق شيئًا واحدًا: إن الاستقراء قد أصبح نوعًا من الإهانة أو السباب! وعلى أية حال، كنت أشرح أنه ليس غريبًا أن مصداقية أى نظرية لا بد أن تعتمد على النظريات الزائفة التى اقترحها الناس فى الماضى. حتى الاستقرائيين يتحدثون عن مصداقية نظرية من عدمه إذا احتوت على دليل معين. حسنًا، ربما يتحدث البوبريون عن أن النظرية لها مصداقية إذا كانت تمثل أفضل المتاح لدينا عمليًا إذا ما كانت تحتوى على ما يمكن أن نسميه "موقفًا إزاء معضلة". ومن أكثر سمات مثل هذا الموقف: ما هى النظريات أو التفسيرات محل الرضا، ما هى الحجج التى حدث لها تقدمًا، وما هى النظريات التى تم رفضها. التأييد ليس هو فقط إثبات النظرية الرابحة. إنه يتطلب الرفض التجريبى للنظريات المنافسة. الأمثلة المثبتة ليس لها معنى فى حد ذاتها.

الملغز: مثير حقًا. الآن فهمت الدور الذى يلعبه رفض النظريات المنافسة فى تقويم تنبؤاتها. فى ظل الاستقراء من المفترض أن الملاحظة هى مسألة أولية. فى ظل الاستقراء: المرء يتخيل مجموعة كبيرة من الملاحظات القديمة التى يفترض أن النظرية تستدل بها على الأشياء، والملاحظة أيضًا هى التى تنشئ الدليل الذى يُقوِّم النظرية إلى حد ما. وفى الصورة التى يقدمها البوبريون للتقدم العلمى فليست هى الملاحظة التى يعول عليها وإنما المعضلات، الخلافات، النظريات والانتقادات هى التى لها جميعًا الأولوية. والتجارب يتم تصميمها وأداؤها فقط لحل الخلافات. وبالتالى فإن نتائج التجارب هى وحدها بالفعل التى تتسبب فى رفض النظرية، وليس مجرد أن النظرية التى لا بد لها من مناضل عتيد فى الخلاف العقلى، هى التى تنشئ التأكيد أو الإثبات. وهكذا فإنها تلك التجارب هى التى تمدنا بالدليل على مصداقية النظرية المنتصرة.

دافيد: هذا صحيح، وحتى حينئذ فإن المصداقية التى يمنحها الإثبات ليست مطلقة وإنما لها صلة بالنظريات المناضلة. أى أننا نتوقع استراتيجية الاعتماد على النظريات المثبتة لننتقى أحسنها من بين النظريات المقترحة. هذا الأساس المقنع للتصرف. نحن لسنا فى حاجة (ولا يمكن أن نحصل عليه بشكل صحيح) إلى أى تأكيد لمدى جودة حتى أحسن مجرى للتصرف سيكون عليه الأمر. والأكثر من ذلك أننا قد نكون دومًا على خطأ، ولكن ماذا بعد؟ إننا لا نستطيع استخدام النظريات التى لم تُقترح بعد ولا تصحيح الأخطاء التى لم نرها حتى الآن.

الملغز: إذن هكذا الوضع. أنا سعيد لتعلمى شيئًا حول المنهج العلمى. ولكن الآن - وآمل ألا تظن بى الظنون - لا بد أن ألفت انتباهك ولو مرة أخرى إلى السؤال الذى طالما سألته. افترض أن نظرية قد اجتازت كل هذه العمليات. وفى مرة من المرات كان لها نظريات منافسة وتم أداء التجارب وتم رفض تلك المنافسة. ولكن هى نفسها لم ترفض وهكذا تأكدت. ماذا بعد تأكيدها ذاك يُقوِّم اعتمادنا عليها فى المستقبل؟

دافيد: طالما أن كل النظريات المنافسة تم رفضها، فهى إذن لم تعد قابلة للدفاع عنها عقليًا. النظرية المُؤكدة أو المُثبتة هى التى يمكن الدفاع عنها عقليًا وهى وحدها التى تبقى.

الملغز: ولكن هذا فقط ينقل تسليط الضوء على المستقبل المُصدَّر لنا عبر توكيدات الماضى، للمستقبل المُصدَّر لنا عبر ما رفضناه فى الماضى، تبقى نفس المشكلة. لماذا بالضبط تصبح نظرية مرفوضة تجريبيًا مما لا يمكن الدفاع عنها عقليًا؟ هل لأن لها مجرد واحدة من بين النتائج زائفة ولا يمكنها أن تكون صحيحة؟

دافيد: نعم.

الملغز: ولكن بالتأكيد، وبالنظر لقابلية النظرية للتطبيق مستقبليًا ليس هذا من قبيل النقد المنطقى ذى الصلة بالأمر. أعترف أن النظرية المرفوضة لا يمكنها أن تكون

صحيحة على المستوى العالمى(*). وبالتحديد، لا يمكنها أيضًا أن تكون صحيحة فى الماضى، عندما كانت مستقرة. ولكن يمكن أن تظل بعض توابعها صحيحة، وبالتحديد يمكن أن تكون صحيحة على المستوى العالمى مستقبلاً.

دافيد: هذه "الصحة فى الماضى" و"الصحة فى المستقبل" نوع من المصطلحات المراوغة. كل تنبؤ محدد لنظرية هو إما صادق أو زائف، هذا غير قابل للتغيير إن ما تعنيه حقيقة هو أنه برغم أن النظرية المرفوضة هى على نحو مباشر زائفة لأنها تضع لنا بعض التنبؤات الزائفة، فكل تنبؤاتها عن المستقبل ربما رغم ذلك تصبح صادقة. وبكلمات أخرى فإن "نظرية مختلفة" التى تضع لنا نفس التنبؤات عن المستقبل، ولكن تنبؤاتها المختلفة عن الماضى ربما تصبح صحيحة.

اللغز: إذا أحببت ذلك. إذن بدلا من سؤالى لماذا تكون النظرية المرفوضة غير قابلة للدفاع عنها عقليًا، لا بد، وبحديث مباشر، أن يكون سؤالى على هذا النحو: لماذا يجعل رفض النظرية كل فرع من فروعها الذى يتطابق معها عن المستقبل هو بدوره غير قابل للدفاع عنه عقليًا، حتى ولو أن هذا الفرع لم يتم رفضه؟

دافيد: ليس هذا الرفض هو الذى يصور مثل هذه النظريات على أنها غير قابلة للدفاع عنها، ولكن لأنها أحيانًا تكون كذلك من حيث أن لها بعض التفسيرات السيئة. وهكذا يحدث تقدم فى العلم. لأنه لكى تربح نظرية إحدى الحجج المؤيدة، هذا يجعل كل النظريات المنافسة غير قابلة للدفاع عنها، وهذا يشمل كل فروعها التى ربما فكر فيها أى أحد. ولكن تذكر أن ما أعنيه بالنظريات المنافسة هى التى تكون فى ذات المجال والتى تحتاج الدفاع عنها. وعلى سبيل المثال فى مجال الجاذبية لا أحد اقترح نظرية قابلة للدفاع عنها وتتوافق مع التنبؤات التى خضعت للاختبار فى النظرية الغالبة، ولكن

(*) فعليًا، يمكنها أن تظل صحيحة عالميًا إذا ما كانت النظريات الأخرى زائفة على المستوى التجريبى. (المؤلف)

تختلف مع تنبؤاتها عن التجارب المستقبلية. أنا متأكد أن مثل هذه النظريات ممكنة – مثلاً، النظريات التى سترث النظرية الغالبة ستكون واحدة منها – ولكن طالما أن أحداً لم يفكر بعد فى مثل هذه النظرية، كيف للمرء أن يتصرف بناء على ذلك؟

اللغز: ما الذى تعنيه بأن أحداً لم يفكر بعد فى مثل هذه النظريات أنا شخصياً أستطيع أن أفكر فى واحدة الآن.

دافيد: أشك كثيراً فى أنك تستطيع ذلك؟

اللغز: بالطبع أستطيع. ها هى: "طالما أنت يا دافيد تقفز من على السور أو من المناطق العالية بطرق، تبعًا للنظرية الغالبة، سوف تقتلك فإنك ستعوم فى الهواء بدلاً من ذلك. وبعيداً عن ذلك فالنظرية الغالبة التى تتمتع بالعالمية، وسأضعها لك على هذا النحو، كل اختبار فى الماضى كان ضرورياً لنظريتك (الغالبة) سيكون بالضرورة لازماً لنظريتى طالما أن تنبؤات كل منها متشابهة بالنظر للتجارب التى أجريت فى الماضى. وبما أن النظريات المنافسة لنظريتك قد رُفضت هى نفسها التى رُفضت بالنسبة لنظريتى. وطالما أن نظريتى الجديدة قد تأيدت تماماً كما تأيّدت نظريتك الغالبة. كيف إذن يمكن أن تكون نظريتى غير قابلة للدفاع عنها؟ أية أخطاء يمكن لها ألا تتشارك مع نظريتك؟

دافيد: فقط حول أية أخطاء فى كتاب (دستور) البوبريين! إن نظريتك قد أنشئت من خلال كونها تذييلا للنظرية الغالبة بإضافة ميزة غير مفسرة عنى كشخص يعوم فى الهواء. هذه الميزة، من حيث التأثير، هى نظرية جديدة، ولكنك لم تقدم دليلاً إما ضد خواص الجاذبية أو لصالح النظرية الجديدة. لقد جعلت من هذه الأخيرة غير قابلة لأى نقد (غير الذى أفعله الآن) ولا محلا لأى اختبار تجريبى. إنها لا تحل – أو حتى تدعى أنها تحل – أى مشكلة سائدة، ولا أنت اقترحت معضلة جديدة مثيرة يمكن لها أن تحل والأسوأ من ذلك كله أن الميزة التى قلت بها لا تفسر شيئًا بل تفسد تفسير الجاذبية

الذى هو أساس النظرية الغالبة. إنه التفسير الذى يُقوِّم اعتمادنا على النظرية الغالبة وليس على نظريتك. وهكذا وباختصار وبكل المعايير العقلية يمكن رفض الميزة التى اقترحتها.

الملغز: ألا يمكن أن أقول نفس الشىء عن نظريتك؟ نظريتك تختلف عن نظريتى من خلال نفس الميزة الصغيرة لكن الأمر على العكس من ذلك أنت تعتقد أن علىّ أن أفسر الميزة التى اقترحتها. ولكن لماذا لا يتساوى موضع كل منا مع موضع الآخر.

دافيد: هذا لأن نظريتك لم تأت بتفسير لأى من تنبؤاتها، ولكن نظريتى فعلت ذلك.

الملغز: ولكن لو أن نظريتى هى التى اقتُرحت سلفًا لبدت نظريتك كأنها هى التى لديها ميزات غير مفسرة ولكانت هى التى ستكون "فى الخلاصة مرفوضة".

دافيد: هذا ببساطة ليس صحيحًا. أى شخص عقلانى يقوم بالمقارنة بين نظريتك وبين النظرية الغالبة، حتى لو كانت نظريتك قد اقتُرحت قبلها، فهو سيرفض نظريتك على الفور لصالح النظرية الكاشفة وذلك من أجل الحقيقة المتمثلة فى أن نظريتك هى إصلاح غير مفسر لنظرية أخرى أُعلنت فى عباراتك عنها.

الملغز: أنت تعنى أن نظريتى تأخذ شكل مجرد "كذا، وكذا" نظرية لها صفة العالمية فيما عدا وضع "الكذا وكذا" ولكننى لم أفسر لماذا يبقى لها هذا الاستثناء؟

دافيد: بالضبط.

الملغز: آه، حسنًا، اعتقد أننى قادر على إثبات خطئك هنا (بمساعدة من الفيلسوف نيلسون جود مان(*) Nelson Goodman) اعتبر فرعا من اللغة الإنجليزية

(*) نيلسون جودمان Nelson Goodman (١٩٠٦ - ١٩٩٨) فيلسوف أمريكى متميز قام بتدريس الفلسفة بجامعة هارفارد من ٦٨- ١٩٧٧ وعدة جامعات عالية أخرى قبلها. كما يذكر أنه التحق بخدمة القوات المسلحة منذ ٤٢ حتى ١٩٤٥ وتتركز بحوثه ودراساته (عالية المستوى) فى مجالات التعليم والآداب =

ليس به فعل "يسقط" وإنما بدلاً منه " X يسـقط " الذى يعـنى "يسـقط" فيمـا عدا حين ينسب إليك فـإنه يعنى "يعوم فى الهـواء" وبالتـشـابه فـإن " X يعـوم فـى الهـواء معناها" يعوم فى الهواء" ما عدا حين تنسب إليك فإنها فى هذه الحالة تعنى" يسقط". فى هذه اللغة الجديدة فإننى يمكن أن أعبر عن نظريتى مثل كل التأكيدات الخائنة. كل الأشياء X تسقط إذا لم يتم تدعيمها". ولكن النظرية الغالبة (التى باللغة الإنجليزية تقول إن كل الأشياء تسقط إذا لم يتم تدعيمها) فتصبح بذلك فى اللغة الجديدة صالحة. "كل الأشياء X تسقط عندما لا تدعم ، فيما عدا دافيد فهو X يعوم فى الهواء" وهكذا فإن الصالح من أى من هاتين النظريتين يعتمد على اللغة التى يعبر بها عنهما، أليس كذلك؟

دافيد: من حيث الشكل، نعم. ولكن هذا من قبيل التفاهة. إن نظريتك تشتمل من حيث الجوهر على تأكيد غير مفسر يُقوِّم به النظرية الكاشفة. هذه الأخيرة – من حيث الجوهر أيضًا – هى التى تكشف فى نظريتك هذه الميزة غير المفسرة، ولا يهم كيف كشفت عنها، تلك حقيقة موضوعية مستقلة عن اللغة.

الملغز: إننى لا أرى لماذا. أنت نفسك قد استخدمت شكل نظريتى لتسلط الضوء على "الميزة غير الضرورية" لقد قلت إنه "إعلان" عن عبارة إضافية فى جملتى عن النظرية بالإنجليزية. ولكن عند ترجمة نظريتى إلى لغتى، فلا ميزات قد تم الإعلان عنها، بل على العكس، فإن الميزات المعلنة ظهرت فى العبارات المعبِّرة عن النظرية الغالبة.

دافيد: بالفعل هو كذلك. ولكن ليست كل اللغات متساوية أو متوازية. إنها نظريات. وتشمل فى قاموسها اللغوى وقواعدها تأكيدات جوهرية عن العالم. وفى أى وقت ننشئ

= والمنطق والمعرفة والأخلاق كما يُعد مناصرًا للفلسفة التحليلية فى أمريكا، وله كتاب أشهر عن "بناء المظهر: الواقع، الخيال، التنبؤ....". (المترجم)

نظرية، فإن جزءًا صغيرًا منها هو الذى يتسم بالوضوح: أما الباقى فإن اللغة هى التى تحمله على عاتقها. ومثل كل النظريات فإن اللغة يتم إبداعها وتصنيفها على أساس قابليتها لحل مشكلات معينة. وفى هذه الحالة فإن المشكلات هى التى يُعبَّر عنها فى نظريات أخرى وفى أشكال تمكننا من التعامل معها والمقارنة بينها ونقدها. وتعتبر واحدة من أهم الطرق التى تَقُوم فيها اللغة بحل المشكلات وهو التجسيد أو التشخيص والوضوح فى النظريات غير الخلافية والموثوق فيها بغير جدال، وفى نفس الوقت تسمح للأشياء المتطلبة للجدل حولها لكى يكون التعبير عنها بارعًا فى إيجازه وخلوه مما يشوبه.

الملغز: أقبل بذلك.

دافيد: إذن ليس ثمة صدفة فى أن تختار لغة ما تغطى مفهومًا أساسيًا بمجموعة من المفاهيم بدلاً من مجموعة أخرى. إنها بذلك تعكس الحالة الجارية لموقف المتحدث من المشكلة. ولهذا مَثَّلَ شكل نظريتك بالإنجليزية مؤشرا جيدا لحالة المواجهة مع الموقف الجارى للمشكلة. سواء حلت المشاكل أو فاقمت منها ولكنه ليس شكل نظريتك الذى أشكو منه. إنه جوهر المسألة. شكواى أن نظريتك لا تحل وإنما هى تفاقم الموقف من المشكلة. هذا الخلل يكون ظاهرًا عند التعبير عن النظرية باللغة الإنجليزية، كما يكون ضمنيًا عندما يعبر عنها بلغتك وهو هنا لا يقل شدة كثيرًا عن الحالة الأولى. إننى أستطيع أن أضع شكواى بطريقة متساوية سواء فى اللغة الإنجليزية أو مستخدمًا الرطانة (اللغو) العلمية أو باستخدام لغتك المقترحة أو بأى لغة أخرى متاحة أولها إمكانية التعبير عن المناقشة التى يجب أن تجدى بيننا (يعتبر واحدا من المبادئ البوبرية العامة أن المرء يجب أن يرغب دوامًا فى المضى فى المناقشة باستخدام اصطلاحيات الخصم).

الملغز: ربما تكون لديك وجهة نظر سليمة هنا. ولكن هل يمكنك أن تفصل لى كيف تفاقم نظريتى من موضع المشكلة، وكيف أن ذلك واضح حتى لمواطن يتحدث باللغة الافتراضية التى قلت بها؟

دافيد: إن نظريتك تؤكد وجود شذوذ فيزيائى، والذى ليس له وجود فى النظرية الغالبة. ما يخرج عن القياس أو الشىء الشاذ الذى أتذرع به كاستثناء هو الجاذبية. من المؤكد أنه يمكنك أن تخترع لغة تعبر عن هذا الشذوذ بوضوح، وهنا فالعبارات التى تستخدمها فى نظريتك لا تحتاج إلى الإشارة إلى الجاذبية بوضوح. ولكن على نحو ما تشير إليها. الوردة أيا كان اسمها فى لغات متعددة ستظل لها رائحة زكية. افترض أنك - وبالطبع أى آخر غيرك - مواطن تتحدث بلغتك واعتقد أن نظريتك عن الجاذبية صادقة، وافترض أننا جميعًا أخذناها على محمل الثقة، واعتقدنا أنه من الطبيعى أن تستخدم الكلمة" لا يسقط" لوصف ما يحدث لك أولى عند القفز من على السور. شيئًا من هذا لن يغير من صلب الموضوع بأدنى درجة تغيير. كل ما هناك من فارق هو استجابتى للجاذبية ولأى شىء آخر. إذا سقطت أنت من على السور ربما ستحسدنى طوال رحيلك للأسفل. ربما سيكون تفكيرك: ليت استجابتى للجاذبية تكون كاستجابة دافيد لها وليس بهذا القدر من الاختلاف عن طريقته.

اللغز: هذا صحيح. وذلك فقط لأن نفس الكلمة " X يسقط" تصف استجابتك للجاذبية واستجابتى أيضًا، ولن أفكر فى أن الاستجابة الفعلية هى نفسها. بل على العكس، فإننى كمتكلم بارع باللغة التى اقترحتها سأعرف جيدًا أن " X يسقط" تختلف فيزيائيًا بالنسبة لك وبالنسبة لى، بالضبط كما يعرف متحدث بالإنجليزية أن الكلمات "Being drunk" تعنى كونك ثملا شيئًا يختلف فيزيائيًا بالنسبة لشخص ما وبالنسبة لكوب من الماء. أنا لن أفكر (إذا كان هذا حدث لدافيد " X يسقط" كما حدث لى) ولكننى سأفكر (إذا كان ما حدث لدافيد أنه " X يسقط" وبقى حيا بينما سأسقط أنا "X يسقط" وسأموت).

دافيد: والأكثر من ذلك أنه على الرغم من تأكدك بأننى سأعوم فى الهواء فإنك لن تفهم لماذا. أن تعرف شيئًا ليس مثل أن تفهمه. ربما سوف تكون فضوليًا تجاه تفسير هذا الشذوذ المعروف جيدًا وهكذا سيكون كل شخص آخر. الفيزيائيون سيحتشدون

من جميع أنحاء العالم لدراسة تلك الخواص الشاذة للجاذبية التى قلت بها. فى الواقع لو كانت لغتك هى الغالبة حقيقة وأن نظريتك قد أُخذت على محمل الثقة من كل الناس، فإننى افترض أن المجتمع العلمى كان ينتظر بفارغ الصبر لمولدى وكانوا سيصطفون انتظارًا لإسقاطى من طائرة! ولكن بالطبع فإن المقدمة المفترضة لكل هذا أن نظريتك قد تم الوثوق بها وأنها تتضمن اللغة الغالبة: كل ذلك مناف للعقل. نظرية أو لا نظرية، لغة أو لا لغة، فى الحقيقة لا يقبل أى عاقل أو يستمتع بمثل هذا الشذوذ الفيزيائى الساطع دون أن يصحبه تفسير من القوة بمكان ولهذا بالضبط فإنه كما سيتم رفض نظريتك فى النهاية فإن لغتك بدورها ستُرفض أيضًا باعتبارها طريقة أخرى تضع بها نظريتك.

الملغز: هل يمكن أن يكون هنا حل لمشكلة الاستقراء بعد كل شىء؟ دعنى أرى كيف يمكن للبصيرة فى أى لغة أن تغير الأشياء؟ حجتى تقوم على وضوح التشابه بين موقفك وموقفى. كلانا يتبنى نظريات كانت متماسكة بفضل وجود نتائج للتجارب وأن النظريات (ما عدا كل منهما) المنافسة لهما قد رُفضت أنت تقول إننى لم أكن عقلانيًا لأن نظريتى تتضمن تأكيدات غير مفسرة، ولكننى واجهت ذلك بالقول بأنه فى لغة أخرى فستكون نظريتك أنت هى التى ستحتوى مثل هذه التوكيدات. وذاك هو التشابه بين موقفينا. ولكنك أوضحت لى الآن أن اللغات هى نظريات، وأن التركيب المتشكل من لغتى المقترحة والنظرية يؤكد وجود الشذوذ الفيزيائى الموضوعى أو المدرك حيًا، بالمقارنة مع التركيب بين اللغة الإنجليزية والنظرية الغالبة وما يؤكده هذا التركيب. وهذا بدوره تشابه بين موقفينا، أما الحجة التى أسوقها للأمام فى هذا الأمر قد باءت بفشل يائس.

دافيد: بالطبع هو كذلك.

الملغز: دعنى أرى إذا ما كنت مستطيعا إيضاح الأمر قليلاً أكثر من ذلك. هل تقول إنه من قبيل المبدأ فى العقلانية أن النظرية التى تؤكد على وجود الشذوذ

الموضوعى، وثمة أشياء أخرى تشبهه، تكون أقل ميلا لعمل تنبؤات صادقة بالنظر لغيرها من النظريات التى لا تفعل بالمرة؟

دافيد: ليس بالضبط. النظريات التى تسلم بالشذوذ دون أن تفسره هى الأقل ميلا عن منافساتها إلى عمل تنبؤات صادقة. وبصفة أكثر عمومية فإنه من قبيل المبدأ العقلانى أن النظريات تذعن للأشياء من أجل حل المشكلات. ولذلك فإن أى ادعاء أو إذعان من شأنه ألا يحل شيئًا، فمن الواجب رفضه. وهذا بسبب أن أى تفسير جيد يقترحه هذا النوع من الإذعان أو التسليم أو الادعاء يصبح تفسيرًا سيئًا.

الملغز: الآن. ما فهمته هو أنه يوجد حقيقة اختلاف موضوعى بين النظريات التى تضع تنبؤات مفسِّرة وبين تلك التى لا تفعل ذلك، ولا بد أن أعترف أن هذا أمر واعد كحل لمشكلة الاستقراء. يبدو أنك اكتشفت لتقويم اعتمادك المستقبلى على نظرية الجاذبية بواسطة وضع المشكلة فى الماضى (بما يشمله من أدلة ملاحظة سابقة) والفرق بين التفسير الجيد والآخر السيئ ولن تحتاج لأن تفترض أى فرض من مثل "أن المستقبل أشبه بأن يكون متضمنًا فى الماضى".

دافيد: لم أكن أنا الذى اكتشف ذلك.

الملغز: ولا أظن أن بوبر قد فعل ذلك أيضًا. لسبب واحد. إن بوبر لم يعتقد أن النظريات العلمية يمكن أن تقوم على الإطلاق. لقد صنعت تفرقة حذرة بين النظريات التى تُقوِّم بالملاحظة (كما يعتقد الاستقرائيون) وبين تلك التى تقوم بالحجج والبراهين. وبوبر لم يقم بمثل هذه التفرقة وبالنظر لمشكلة الاستقراء فقد قال إنه على الرغم من أن التنبؤات المستقبلية لنظرية ما لا يمكن تقويمها فلا بد أن نتصرف حيالها كما لو كانت قابلة للتقويم.

دافيد: لا أعتقد أنه قال ذلك بالضبط، ولو قاله فإنه لم يكن يعنى ذلك.

الملغز: ماذا؟

دافيد: ولو كان عناه فقد كان مخطئًا. لماذا تكتئب هكذا؟ إنه من الممكن تمامًا لامرئ أن يكتشف نظرية جديدة (المعرفة البوبرية فى هذه الحالة) وفى نفس الوقت يظل معتقدًا بالأفكار المتعارضة معها وكلما كانت النظرية عميقة، كلما كان ذلك ليحدث.

اللغز: هل تدعى أنك تفهم نظرية بوبر أكثر مما فعل هو نفسه؟

دافيد: أنا لا أعرف ولا يهمنى. أنت تعرف بالطبع أن التوقير الذى يحمله الفلاسفة للمصادر التاريخية للأفكار هو من قبيل العناد أو الأمور المضللة. فى العلم نحن لا نعتبر أن اكتشاف نظرية تحمل أى بصيرة خاصة فيها. على العكس نحن بالكاد نرجع إلى المصادر الأصلية. إن الشىء الثابت غير المتغير يصبح مطلقًا. بينما وضع المشكلة هو الذى يحصنها وهو الذى يتحول بواسطة المكتشفات ذاتها. على سبيل المثال: معظم النظيرات ذات الصلة تفهم اليوم نظرية أينشتاين Einstein أكثر مما فعل هو. ومؤسسو النظرية الكمية قد فهموا نظريتهم بأقل مما هى عليه. مثل هذه البدايات المتقلقلة متوقعة، وعندما نكون فوق أكتاف العمالقة فليس صعبًا أن نرى أبعد منهم. وعلى أية حال فسوف يكون ممتعًا ومثيرًا أن نتجادل حول كيف تكون الحقيقة، عما إذا كان بعض المفكرين، مهما كانت عظمتهم، اعتقدوا هذا أو ذاك.

اللغز: هذا كله صحيح، وأوافق عليه. ولكن انتظر لحظة، أعتقد أننى قلت منذ فترة قريبة أنك لم تسلم بوجود نوع من مبدأ الاستقراء. انظر لقد قومت نظرية عن المستقبل (النظرية الغالبة عن الجاذبية) بأنها أكثر قابلية للاعتماد عليها أكثر من غيرها (النظرية التى اقترحتها) وذلك برغم أنهما كليهما متماسكتان بالنظر إلى كل الملاحظات الجارية المعروفة. وطالما أن النظرية الغالبة تستخدم الماضى والمستقبل، فأنت قد قومت فى هذه الحالة الفرض القائل، وبالنظر للجاذبية: "إن المستقبل يتضمن الماضى". ومثل هذا سيكون قائمًا أينما قومت نظرية بأنها يمكن الاعتماد عليها على أساس أنها مثبتة أو موثقة، الآن من أجل التقدم من التوثيق إلى إمكانية الاعتماد عليها، فقد اختبرت قوة التفسير فى النظريات. وهكذا فإن الذى أظهرته أنه يمكننا القول بأن "مبدأ السعى

لتفسير أحسن" يدعى أن المستقبل سوف، مع كل الاحترام، يشبه الماضى. وهذا هو مبدأ الاستقراء! إذا كان مبدأ التفسير الذى قلت به يدعى أو يذعن لمبدأ الاستقراء، فبالمنطق هو نفسه مبدأ الاستقراء. إذن فإنه بعد ذلك كله يكون الاستقراء صحيحًا، ويكون مبدأ الاستقراء، قبل التنبؤ بالمستقبل، لا بد أن نطالب به واضحًا كان أو ضمنيًا.

دافيد: أه يا عزيزى! هذا الاستقراء هو حقيقة من قبيل المرض الخبيث. يقل فى ثوان قليلة وسرعان ما يرتد ليصبح أكثر قوة عما كان.

الملغز: هل العقلانية البوبرية قد قَوَّمت الحجج كشىء موجه للمشاعر والأهواء وليس للعقل كذلك أيضًا؟ أسأل لكى أعرف فقط.

دافيد: أعتذر لك. دعنى أذهب مباشرةً إلى جوهر ما تقوله. نعم لقد قوَّمت تأكيدات حول المستقبل. وأنت تقول إن هذا يعنى تسليمًا بأن "المستقبل يشبه الماضى". حسنًا، وعلى نحو من البله، نعم، بقدر ما أى نظرية عن المستقبل سوف تؤكد أنه يشبه الماضى بأى معنى من المعانى. ولكن هذا التداخل بأن المستقبل يشبه الماضى فهذا لا يعنى أن المقصود هو مبدأ الاستقراء، لأننا لا نستخرج أو نُقوِّم أى نظرية أو تنبؤ بالمستقبل من الماضى. لأننا على سبيل المثال لا نستطيع أن نفرق بين نظريتك عن الجاذبية وبين النظرية الغالبة وبما تقوله كل منهما وبطريقة أيهما، بأن المستقبل يشبه الماضى.

الملغز: لا نستطيع أن نستنتج من مبدأ التفسير شكل لمبدأ الاستقراء يمكن استخدامه للاختيار بين النظريات؟ ماذا عن: إذا لم يحدث فى الماضى شرح لأى شذوذ فلن يكون المستقبل أميل لأن يشبهه؟

دافيد: لا. تقويمنا لن يعتمد إذا ما كان شذوذًا ما قد وقع فى الماضى وإنما يتعلق الأمر إذا ما كان هناك تفسير لوجود هذا الشذوذ الآن.

الملغز: حسنًا إذن، دعنى أضع المسألة بحذر أكثر: إذا لم تكن هناك الآن فى الوقت الحاضر نظرية مفسرة تتنبأ بأن ثمة شذوذ معين سوف يقع فى المستقبل إذن هذا الشذوذ سوف لا يكون أميل للحدوث مستقبلاً.

دافيد: هذا ربما يكون صحيحًا. أنا أعتقد ذلك بالنسبة لهذه الحالة وحدها. ومع ذلك فهى ليست فى شكل: "المستقبل يميل لأن يشبه الماضى". والأكثر من ذلك، من أجل محاولة جعل الأمر يشبه ذلك بأقصى ما يمكننا، فقد خصصت أنت الأمر على هذه الحالات: "فى الوقت الحاضر" "فى المستقبل" وفى حالة وجود "شذوذ". ولكنها بالفعل حقيقية بدون هذا التخصيص. إنها مجرد عبارة عامة عن فعالية الحجة.وباختصار، إذا لم تكن ثمة حجة لصالح الإدعاء فإنه إذن لا يعتمد عليه ماضٍ كان أو مستقبلاً شاذًا كان أو غير شاذ، أو فى فترة ما أو فى غيرها.

الملغز: نعم، أنا أفهم ذلك.

دافيد: ليس هناك شىء فى "الحجة العقلية" أو فى "التفسير" يربط بين المستقبل والماضى بأى طريقة خاصة. ليس ثمة ما يدعى أو يطالب بأن يشبه شىء شيئًا. وليس ثمة ما يساعدنا إذا كان قد تم الادعاء بذلك. وعلى النحو الفارغ أو بشىء من البله الذى يقال فيه أن التفسير يستخدم فكرة أن المستقبل "يشبه الماضى" فمع ذلك هو لا يستخدم شيئًا عن المستقبل، وعلى ذلك فهو ليس مبدأ للاستقراء ليس ثمة مبدأ للاستقراء. كما ليست هناك عملية استقراء، لم يستخدمهم أحد ولا ما يشبههم. وليس هناك بعد مشكلة استقراء. هل هذا واضح الآن.

الملغز: نعم. من فضلك اعذرنى للحظات قليلة بينما أعيد ترتيب نظرتى للعالم بالكامل.

دافيد: لكى أساعدك فى هذا الاختبار، أعتقد أن عليك إعادة النظر لنظريتك البديلة عن الجاذبية بشكل أكثر قربًا.

الملغز: ...

دافيد: كما وافقنا أن نظريتك تشتمل، موضوعيًا، على نظرية للجاذبية (النظرية الغالبة)، رجحها تنبؤ غير مفسر عني. تقول إنني سأعوم في الهواء بدون دعم. عدم الدعم يعني "بدون أي قوة دافعة لأعلى تعمل" علي، وبذلك يكون الاقتراح أنني سأكون مستثنى أو محصنًا ضد الجاذبية التي يمكنها أن تسقطني لأسفل. الجاذبية ليست قوة، إنها إعلان عن انحناء الزمكان. هذا الانحناء يفسر لماذا الأشياء غير المدعومة، مثلي، ومثل الأرض: تدور مع الزمن قريبًا منه. ولذلك وفي ضوء الفيزياء الحديثة فإن نظريتك تفترض القول بأن هناك قوة تدفعني لأعلى مطلوب منها أن تبقيني على مسافة ثابتة دائمة من الأرض. ولكن من أين تأتي مثل هذه القوة، وما هي طريقة سلوكها؟ على سبيل المثال ما هي تلك المسافة الدائمة الثبات؟ إذا كان للأرض أن تتحرك لأسفل هل سأستجيب لحظيًا أو على نحو خاطف لأحافظ على نفس المسافة (والتي تسمح بأن يكون الاتصال أسرع من الضوء مناقضًا للمبدأ الآخر الخاص بالنسبية) أو أن المعلومة التي تتعلق بما إذا كانت الأرض ستحلق بي بسرعة الضوء أولاً؟ وإذا كان الأمر كذلك ما الذي سيحمل تلك المعلومة؟ هل هو نوع جديد من الموجات تقذف به الأرض؟ وإذا كان فلأي معادلة يخضع الأمر؟ هل تحمل طاقة ما؟ وما هو سلوكها الميكانيكي الكمي؟ أم أنني سأستجيب بطريقة خاصة للموجات الموجودة، مثل الضوء؟ في هذه الحالة هل سيختفي الشذوذ فيما لو وضع حائل معتم أو غير شفاف بيني وبين الأرض؟ أليست الأرض ذاتها من قبيل غير الشفاف على أية حال؟ وأين تبدأ "الأرض"، ما الذي يعرف السطح المفترض أنني أعوم في الهواء فوقه؟

الملغز: ...

دافيد: واتصالا بذلك، ما الذي يعرف أين أبدأ أنا؟ وماذا لو كنت محملا بثقل كبير، هل سيعوم في الهواء بدوره؟ لو كان الأمر كذلك إذن قد تضطر السفينة الطائرة التي أطير بها أن تغلق آلاتها بدون أي حادث مؤسف. ما الذي يجري في حالة

"التوقف" هل ستسقط الطائرة عندما أطلقها من حالة الراحة "الثبات"؟ وإذا كان التأثير لا يصل لأشياء أخرى أحملها معي، ماذا عن ملابسي؟ هل سيسقطني ثقلها ويتسبب حينئذ في مقتلي بعد كل شيء؟ وإذا قفزت من فوق السور، ماذا عن آخر وجبه لي ودورها في هذه العملية؟

الملغز: ...

دافيد: أستطيع أن استمر هكذا إلى ما لا نهاية، والنقطة في المسألة هي كلما أخذنا في الاعتبار تطبيقات نظريتك المقترحة عن الشذوذ كلما ظهرت لنا أسئلة لا إجابة لها وهذا لا يتعلق فقط بأن نظريتك غير كاملة وإنما لأنها أسئلة من قبيل المتاهات. وبأي طريقة يمكن بها الإجابة عليها تفتح أسئلة ومشكلات طازجة من خلال إفساد رضانا عن تفسيرات ظواهر أخرى.

الملغز: ...

دافيد: ومن ثم فإن ادعاءك ليس مجرد أنه زائد أو غير ضروري بل أيضًا من الناحية الموضوعية هو ادعاء رديء. وبصفة عامة هو منحرف وغير صحيح، وكذا فإن النظريات غير المرفوضة والتي يمكن للمرء أن يقترحها وهي مقيدة تسقط بخشونة عبر مستويين. هناك نظريات تدعي جواهر غير قابلة للانحلال مثل الجزئيات التي لا تتفاعل مع أي مادة أخرى (موسى أوكام: إذا رغبت) يمكن رفضها لأنها لا تتصدى لأية حلول. وثمة نظريات أخرى، مثل نظريتك التي تتنبأ بشواذ ملحوظة ولكن غير مفسرة. وأيضًا يمكن رفضها لذات السبب. أليس كذلك؟ أنا أعجل وأضيف أنها تصطدم مع الملاحظة القائمة. إنها تزيل قوة التفسير لنظريات قائمة من خلال تأكيد أن تنبؤاتها تحظى بالاستثناءات، ولكنها لا تفسر ذلك وكيف يحدث . حيث لا يمكنك القول فقط إن هندسة الزمكان تأتي لنا بالموضوعات غير المدعومة إلى جوار بعضها البعض إلا إذا كان أحدها هو دافيد نفسه، وإلا ستترك كل منها وحدها. أو أن تفسير الجاذبية يكمن في انحناء الزمكان، أم هو غير ذلك: فقط قارن نظريتك مع صحة وشرعية التأكيد بأن

"الريشة" سوف تعوم فى الهواء إلى أسفل ببطء لأن هناك الهواء الذى يمارس عليها قوة دفع إلى أعلى. هذا التأكيد بمثابة نتيجة تابعة لنظريتنا المفسرة القائمة عما هو الهواء، وهكذا هى لا تقيم مشكلة جديدة كما تفعل نظريتك.

الملغز: أرى هذا معك الآن هل تعطينى بعض المساعدة لتثبيت نظرتى إلى العالم؟

دافيد: حسنًا، هل قرأت كتابى "نسيج الحقيقة"؟

الملغز: إننى بالتأكيد أخطط لذلك، ولكن فى الوقت الحالى فإن المساعدة التى أطلبها تتعلق بصعوبة معينة جدًا.

دافيد: أرنى ما عندك .

الملغز: الصعوبة هى. عندما أعود للمناقشة التى خضناها معًا، أقتنع تمامًا بأن تنبؤك، إذا ما قفزت أنت أو أنا من فوق هذا البرج، فإن الذى سيحدث حينئذ ليس مأخوذًا من أى فرضية استقرائية مثل "المستقبل يشبه الماضى". ولكن عندما أرتد للخلف ملقيًا النظر على منطق الموقف كله، أخشى أننى لا أفهم كيف لهذا أن يحدث. خذ فى اعتبارك العناصر الأولية للجدل بيننا. أساسا افترض أن ملاحظاتنا فى الماضى والمنطق الاستقرائى هى وحدها العناصر الأولية. وبعدها أوافق أن وضع المشكلة الحالى له صلة بالأمر أيضًا، لأننا نحتاج لتقويم نظريتنا على أنه يمكن الاعتماد عليها والوثوق بها أكثر من النظريات المنافسة لها. وحينئذ على أن آخذ فى الاعتبار المدى الواسع فى مستويات النظريات التى يمكن أن تحكمها الحجة والبرهان فقط، وأن مبادئ العقلانية يمكن أن تتضمن العناصر الأولية لجدلنا. الذى لا أفهمه أين من هذه العناصر المبدئية ملاحظاتنا فى الماضى، وضع المشكلة الحالى، المبادئ الخالدة المنطق والعقلانية، أى منها لا يُقوِّم هذه التداخلات القائمة بين الماضى والمستقبل، كيف نُقوِّم من أين أتت تنبؤاتنا عن المستقبل. يبدو أن ها هنا فجوة منطقية. هل تصنع افتراضًا خفيًا فى موضع ما من مناقشتنا؟

دافيد: لا، ليس ثمة فجوة منطقية. ما تسميه "عناصر أولية أو مبدئية" يشمل تأكيدات عن المستقبل أفضل النظريات القائمة التى لا يمكن هجرها ببساطة لأنها تمثل حلولاً للمشاكل، تتضمن بدورها تنبؤات عن المستقبل لا يمكن اقتطاعها أو فصلها عن المحتويات الأخرى لهذه النظريات، كما حاولت أنت أن تفعل، لأن هذا من شأنه أن يفسر قوة تفسيراتها. أى نظرية جديدة نقترحها لا بد أن تكون متساوقة مع النظريات القائمة والتى تتناسب تطبيقاتها مع ما يمكن أن تقوله الجديدة عن المستقبل، وإما تتناقض مع النظريات القائمة ولكنها تعلن عن مشاكل جديدة نشأت معطية لنا تفسيرات جديدة بديلة تقيد بدورها ما يمكن أن تقوله عن المستقبل.

الملغز: وهكذا نحن ليس لدينا مبدأ تسبيب يقول أن المستقبل سوف يشبه الماضى، وإنما لدينا نظريات حالية هى التى تقول ذلك. والتى تشير ضمنًا إلى شكل محدود من الاستقراء.

دافيد: لا، نحن لدينا نظريات تؤكد ببساطة شيئًا عن المستقبل. ولعله من نافلة القول أن نذكر أن أى نظرية عن المستقبل تحتوى ضمنًا أن المستقبل "سوف يشبه الماضى" بطريقة ما. ولكننا نكتشف ذلك بعد أن نحظى بالنظرية ونعرف إلى أى مدى قالت النظرية عن هذا التشابه بينهما. ويمكنك أن تقول بذلك أيضًا من أنه طالما تتمسك هذه النظريات بملامح معينة للحقيقة بأنها هى ذاتها فى الفضاء أى أنها تدعى "مبدأ استقرائيًا فضائيًا" إلى درجة أن القريب منا يشبه البعيد القائم فى الفضاء. ودعنى أوضح هنا، فى أى مستوى عملى لمعنى كلمة "يشبه" فإن نظرياتنا الحالية لا تقول بأن المستقبل يشبه الماضى، مثلاً، الانسحاق الكبير" (انهيار الكون وعودته إلى نقطة التفرد") هى واقعة يتنبأ بها بعض الكونيين ولكنها عن حقبة تختلف عن حقبتنا الحالية، بأى معنى فيزيائى، من حيث إمكانية حدوثها. أية قوانين تتنبأ بها فهى لا تدعى إمكانية حدوثها بالضبط.

الملغز: أنا مقتنع بهذه النقطة، دعنى أحاول مجادلتك لآخر مرة. لقد رأينا أن التنبؤات المستقبلية يمكن تقويمها تحت ظل إغواء مبادئ العقلانية. ولكن ما الذى يُقوِّم هذه الأخيرة؟ إنها رغم كل شيء ليست من حقائق المنطق الصرف. ومن هنا ثمة إمكانيتان: إما أنهم غير قابلين للتقويم وبالتالى فإن النتائج المستقاة منهم تكون بدورها غير قابلة للتقويم، وإما أنها يتم تقويمها بوسائل غير معلومة بعد. وفى الحالتين ثمة تقويم مفتقد. أنا لم أعد أشك فى أن مشكلة الاستقراء هى مجرد مظهر خادع. ومع ذلك ما دمنا قد فجرنا مشكلة الاستقراء، ألم ينجم عن ذلك الكشف عن مشكلة تأسيسية أخرى، تلك المتعلقة بالتقويم المفتقد؟

دافيد: ما الذى يُقوِّم مبادئ العقلانية؟ جدل آخر كالعادة. مثلاً: والذى يقوم اعتمادنا على قوانين الاستقراء، على الرغم من حقيقة أن أية محاولة لتقويمها منطقياً ستعود بنا إما إلى "الدائرية"(*) أو إلى ندم أو أسف لا نهائى؟ إنها مقومة على أساس عدم توفر أى تفسير متحقق من إحلال الاستقراء محل النظرية المفسرة.

الملغز: أن هذا لا يبدو عليه أنه أساس آمن للمنطق الصرف.

دافيد: ليس آمنا تماماً ولا يجب أن تتوقع أنه كذلك، لأن التسبيب المنطقى ليس أكثر من كونه عملية فيزيائية لا تقل عن التسبيب العلمى وبالتالى يتأصل فيها عدم المعصومية من الخطأ. قوانين المنطق ليست ذاتية الدليل. هناك أناس، الرياضيون أصحاب الحدس (الحدسيون) الذين لا يوافقون على أعراف قوانين الاستقراء (قواعد التداخل المنطقية). ولقد ناقشت نظرتهم الغرائبية عن العالم فى الفصل العاشر من كتابى "نسيج الحقيقة" بأنه لا يمكن البرهنة على خطئهم. ولكننى سأبرهن على أنهم على خطأ. وأنا متأكد أنك ستوافق على أن برهانى قد قَوَّم هذه النتيجة.

(*) بمعنى أن النتائج متضمنة فى المقترحات ولا جديد هناك وإنما دائرة مفرغة (المترجم).

اللغز: إذن أنت لا تعتقد بوجود "مشكلة استقراء".

دافيد: لا، لا اعتقد أن هناك مشكلة فى الطرق العادية لتقويم أى نتيجة فى العلم أو الفلسفة أو الرياضيات. ومع ذلك فإنه يعد شيقا حقيقة أن الأكوان الفيزيقية تتيح أو تتفق مع إنشاء معرفة عنها وعن أشياء أخرى أيضًا. يمكننا أن نحاول بشكل عقلانى تفسير هذه الحقيقة بنفس الطريقة التى نفسر بها حقائق فيزيقية أخرى، أعنى عبر النظريات المفسرة. سوف ترى فى الفصل السادس من كتابى "نسيج الحقيقة" كيف أعتقد أن "مبدأ تورنج" يمثل أصلح النظريات فى هذه الحالة. أنه يقول أن من الممكن بناء مولد حقيقة تقديرية تكون فيه "إعادة العرض" شاملة لأى بيئة ممكنة فيزيائية. إذا كان مبدأ تورنج هو قانون فى الفيزياء، وكما برهنت بالفعل على ذلك، فلا يسوغ إذن لنا الآن الاندهاش من إمكانياتنا تشكيل نظريات دقيقة وصحيحة عن الحقيقة، لأن الحقيقة التقديرية هنا هى التى على المحك. تمامًا مثل حقيقة أن الآلات البخارية ممكنة لأنها تعبير مباشر عن مبادئ "الثيرموديناميك"، وهكذا فإن العقل البشرى قادر على إنشاء المعرفة وهذا تعبير مباشر عن مبدأ تورنج.

اللغز: ولكن كيف لنا أن نعرف أن مبدأ تورنج صحيح؟

دافيد: بالطبع لا نستطيع، .. لكنك خائف... أليس كذلك خائف؟ من أننا لو لم نستطع تقويم مبدأ تورنج لسوف نفقد مرة أخرى تقويمنا للاعتماد على أو الثقة فى التنبؤات العلمية.

اللغز (وبصوت ينم على عدم اليقين الكامل): نعم.

دافيد: ولكننا انتقلنا الآن إلى سؤال مختلف كلية! نحن نناقش الآن حقيقة بارزة وواضحة عن الحقيقة الفيزيقية ألا وهى أنها يمكنها أن تضع تنبؤات موثوق بها عن نفسها. نحن نحاول تفسير هذه الحقيقة لنضعها فى ذات الإطار العام مع غيرها من الحقائق التى نعرفها، أقترح أنه ربما هناك قانونًا ما فى الفيزياء يتعلق بهذا. ولكن لو

كنت مخطئًا فى هذا، بالطبع لو كنا غير قادرين تماما على تفسير هذه الخاصية المميزة للحقيقة، فإن هذا لن يقلل مثقال ذرة من تقويم أية نظرية علمية. لأنها لن تجعل هذا التقويم أسوأ بمثقال ذرة.

الملغز: أظن أن مناقشتنا قد وصلت إلى نهاية بعد كل هذه الملاحاة، أنا مقتنع عقليًا. وإن بقى لدى أن أعترف أن فى نفسى ما يمكن أن أصفه بأنه "شك عاطفى".

دافيد: ربما يمثل مساعدة فى الأمر لو استطردت بتعليق أخير، ليس حول الحجج التى أبرزتها أنت وإنما حول الالتباس وعدم الفهم الذى يضع خطا تحتها جميعًا. أنت تعرف أنها كذلك. ومع ذلك لم تؤيد بعد ما تم إصلاحه فى نظرتك للعالم. ربما كان هذا مصدر "الشك العاطفى " لديك.

الملغز: زدنى إيضاحًا.

دافيد: افتقاد المفهوم هنا يتعلق بالحجة ذاتها وبالتفسير. يبدو أنك ربما تفترض أن الحجة هى التفسير اللذان يقوِّمان التصرف وفق نظرية بعينها، تتمتع ببراهن رياضية، والتى تسوقنا من مرحلة الافتراض إلى مرحلة النتائج. أنت تنظر إلى العناصر المبدئية (البديهيات) التى استقينا منها النتائج (النظريات). الآن، يوجد بالطبع هنا بناء منطقى من هذا النوع يرتبط مع كل برهان أو مناقشة ناجحة. ولكن عملية "البديهيات" لا تبدأ بها وتنتهى بالنتائج. إنها تبدأ من وسطها بتصور لغز محير فى الوعى الباطن، وفجوات ملتبسة قد لا تتصل بالموضوع وكل هذه الأخطاء يتم انتقادها. جعلت المحاولات تحل محل النظريات. والنظريات المنتقدة هذه لا بد أنها تحوى عادة بعض البديهيات وذلك هو الخطأ فى اعتبار أنها تبدأ بها أو أنها تُقوِّم من خلالها. أعنى النظريات التى تتوافق مع البديهيات أحيانًا. البرهان ينتهى بشكل مؤقت عندما يظهر أن التفسير المرتبط بها يرضينا. والبديهيات هنا ليست محدودة أو معتقدات غير قابلة للتحدى أنها نظريات مؤقتة للتفسير.

الملغز: أوافق، إذن البرهان أو الحجة من هذا النوع ليست من نوع الاستنتاج أو الاستقراء غير الموجود، أنها لا تقوم على أى شىء أو يتم تقويمها بأى شىء. ولا يجب لها أن تكون، لأن هدفها هو حل المشاكل لتُظهر أن أى معضلة معينة لها حل معين.

دافيد: أهلاً بك فى نادينا(*).

الملغز (سابقًا): كل هذه السنين التى مرت اعتقدت فيها أننى كنت أمنًا مع مشكلتى الكبرى. كنت أعتقد أننى تقدمت على الاستقرائيين القدامى ومتميز عنهم وأيضًا حتى على غلوّ بوبر. وطول الوقت وربما دون أن أدرى كنت واحدًا من الاستقرائيين الملغزين! الاستقراء بالفعل مرض يجعل المرء أعمى.

دافيد: لا تأخذ نفسك بهذه الشدة. لقد شفيت الآن. إذا كان زملاؤك يعانون فربما تعرضوا لسهولة الانقياد لعدم الاقتناع بمجرد الحجة أو البرهان.

الملغز (السابق): ولكن كيف كنت بهذا العماء؟ للاعتقاد بأننى فى إحدى المرات رشحت بوبر لجائزة(**) دريدا Derrida للبيانات الخاسرة التى تجلب السخرية، بينما طول الوقت كان قد قام بحل مشكلة الاستقراء. لا بد أننى أستحق الغفران. احفظنا أيها الرب لأننا قد أشعلنا النار فى قديس. إننى أشعر بالخجل. ولا أجد سبيلا إلا أن ألقى بنفسى عبر ذلك السور.

(*) مصطلح إنجليزى يفيد أنك أصبحت معنا ومثلنا. (المترجم).

(**) جاك دريدا Jacques Derrida (١٩٣٠ - ...) فيلسوف فرنسى اشتمل نقده للفلسفة الغربية على اللغويات والأدبيات والتحليل النفسى، وأفكاره تقوم على رفضه للبحث عن تأكيدات ميتافيزيقية لمصدر المعنى ولذلك نقد الفلسفة الغربية وقدّم طريقة (إعادة التركيب) لقراءة كتب الفلسفة التى مكنته من تحديد الفروض الفلسفية والمسلمات المستخدمة حتى بمعرفة الفلاسفة الذين تعمقوا فى نقدهم للميتافيزيقا. وكان من رأيه أنه بدلاً من الاعتقاد الفلسفى علينا القيام بتحليل اللغة باعتبارها بديل جذرى لكى تكون الفكرة الرئيسية الناجمة عن التحليل قادرة بذاتها على بعث أى فلسفة يمكن التساؤل عنها وحولها. (المترجم)

دافيد: بالتأكيد الأمر لا يستحق كل ذلك. نحن البوبريين نعتقد بترك نظرياتنا تموت فى موقع أقدامنا. فقط ألق بالاستقراء من فوق السفينة بدلاً من ذلك.

الملغز (السابق): سأفعل، سأفعل.

اصطلاحات:

الاستقرائى الغامض (أو الملغز): Crypto Inductivist	هو الشخص الذى يعتقد أن عدم صحة الاستقراء ينشئ معضلة فلسفية جادة وهى مشكلة كيف تقوم الاعتمادية على النظريات العلمية أو الوثوق بها.....

فيما يلى، ستجد الفرع الرابع من الفروع الأربعة التى تشكل فى نظرى نسيج الحقيقة، وتتمثل فى نظرية التطور التى تجيب على سؤال: ما هى الحياة؟

الفصل الثامن

معنى الحياة

كان من الموثوق به منذ العصور القديمة إلى حوالى القرن التاسع عشر أن بعض القوى الخاصة أو العوامل كانت مُتطلبة لتبعث الحياة فى مادة الكائن الحى وتجعل المادة فيه تسلك بشكل مختلف وملحوظ عن أى مادة أخرى. وكان هذا يعنى من ناحية التأثير أن ثمة نوعين من المادة فى الكون: مادة حية ومادة أخرى ليست فيها حياة، وكل منهما تختلف عن الأخرى فى الخواص الفيزيائية على نحو أساسى. على سبيل المثال: كائن حى كالدب. إن الصورة الفوتوغرافية لدب تشبه الدب الحى فى بعض النواحى. وكذا يكون الأمر بالنسبة للأشياء الأخرى غير الحّية كدب مات. بل وتشبه مجموعة الدب الأكبر (من النجوم) وإن كان ذلك بدرجة محدودة جداً. فقط المادة الحية هى التى يمكن أن تتعقبك وأنت تراوغها متنقلاً خلف الأشجار، ثم تمسك بك وتمزقك إلى أجزاء متفرقة. الأشياء غير الحية لا يمكن أن تفعل مثل ذلك العمل الهادف، أو هكذا فكر القدماء حيث لم يروا أبداً صاروخاً موجهاً.

كان الشىء الواضح والبارز بالنسبة لأرسطو وسائر الفلاسفة القدماء فى المادة الحية أنها قابلة لإنشاء الحركة. لقد اعتقدوا أن شيئًا غير حى مثل الصخرة مثلاً عندما تكون فى حالة راحة أو ثبات فإنها لا تتحرك أبداً ما لم يصطدم بها شىء. ولكن المادة الحية كدب فى حالة بيات شتوى يمكنه أن يكون فى حالة سكون كهذه وبعدها يبدأ فى الحركة دون أن يكون وراء ذلك اصطدام من أى نوع. وبفضل علومنا الحديثة نستطيع أن نجد ثغرات ما فى مثل هذه التعميمات، وفى فكرة إنشاء الحركة بالذات التى تبدو الآن كأنها غير مفهومة تماماً. نحن نعرف أن الدب يستيقظ بسبب عمليات كيميائية كهربية تجرى فى جسده. وهذه قد تنشأ لأسباب خارجية كارتفاع درجة الحرارة أو لأسباب داخلية مثل الساعة البيولوجية الداخلية التى تستخدم تفاعلات كيميائية بطيئة لحفظ الوقت. التفاعلات الكيميائية ليست أكثر من حركة الذرات، وهكذا فإن الدب لا يكون تماماً فى حالة سكون أو ثبات. ومن الناحية الأخرى فإن نواة اليورانيوم، التى هى ليست مادة حية بالتأكيد قد تبقى بدون تغيير لبلايين السنين وفجأة وبدون أى

حافز يثيرها على الإطلاق تنحل بعنف وتنفسخ وتتحطم. ولذا فإن المحتوى الاسمى لفكرة أرسطو يعتبر عديم القيمة فى أيامنا هذه. ولكن كان لديه شىء واحد صحيح ومهم وإن كان أكثر المفكرين المحدثين قد فهموه على نحو خاطئ. فى محاولته ربط الحياة مع مفهوم فيزيائى أساسى (دعنا من المفهوم الخطأ: الحركة) لاحظ أن الحياة تعد ظاهرة أساسية فى الطبيعة.

تكون الظاهرة أساسية عندما يكون الفهم الكافى للعالم معتمداً على فهم تلك الظاهرة. الآراء تختلف بالطبع حول أى وجه من العالم يستحق أن نفهمه وبالتالى ما هو الأعمق والأكثر أساسية. البعض قد يقول أن الحب هو أكثر الظواهر أساسية فى الحياة. بينما يعتقد آخرون أن الأهم هو حفظ كتب مقدسة معينة عن ظهر قلب، عندئذ يفهم المرء كل شىء يستحق الفهم. لكن الفهم الذى أتحدث عنه هو الذى تعبر عنه قوانين الفيزياء، وبصفة مبدئية تلك المنطقية والفلسفية منها. والفهم الأعمق هو الذى يكون أكثر عمومية ويساعدنا بمزيد من الصلات والعلائق بين الحقائق الظاهرة المتنوعة، ويشرح لنا أكثر الفروض غير المشروحة. إن أكثر الظواهر أساسية هى تلك الموظفة فى تفسيرات الظواهر الأخرى، ولكنها مشروحة بذاتها بواسطة قوانين جذرية ومبادئ متأصلة.

ليست كل الظواهر الأساسية ذات تأثير فيزيائى كبير. الجاذبية عكس ذلك وهى بالطبع ظاهرة أساسية. ولكن التأثير المباشر للتداخلات الكمية مثل نموذج الظلال الموصوف فى الفصل الثانى، ليس تأثيراً كبيراً. من الصعب استكشافه: الظلال وتأثيرها، بدون غموض أو التباس. ومع ذلك فقد رأينا أن التداخلات الكمية هى ظاهرة أساسية. فقط بفهمها نستطيع أن نفهم الحقيقة الرئيسية عن الحقيقة الفيزيائية، التى نسميها وجود الأكوان المتوازية. لقد كان واضحاً لأرسطو أن الحياة أساسية نظرياً وأن لها تأثيراً فيزيائياً كبيراً. وكما سنرى فقد كان محقاً ولو أنه كانت لديه الأسباب الخاطئة والمتمثلة فى الخاصية الميكانيكية المتميزة فى المادة الحية، والهيمنة على سطح

الأرض من خلال العمليات الحيوية. اعتقد أرسطو أن الكون يتكون من المحيط الحيوى (الحياة بمجالات نشاطها المختلفة) على الأرض بما فيه من أشياء صغيرة أخرى، ثم ما يطوق الأرض سماويًا: المحيط السماوى، ثم ما هو داخل الأرض وهكذا أخذ فى اعتباره ما فوق الأرض وما فى باطنها. إذا كان المحيط الحيوى على الأرض هو المكون المبدئى للكون عندك، فمن الطبيعى أن تفكر فى الأشجار والحيوانات على أنها على الأقل من الأهمية بمكان مثل الصخور والنجوم فى مخطط شامل للأشياء، وخاصة إذا كانت معرفتك ضحلة بالفيزياء والبيولوجيا. لقد جعلت الثورة الكوبرنيقية من الأرض تابعة أو ثانوية إزاء الشمس وهى غير حية. والمكتشفات التى تلت ذلك فى الفيزياء والفلك أطلعتنا على أن الكون ليس فقط واسعًا جدًا بالمقارنة مع الأرض، وإنما أنه موصوف بدقة هائلة بواسطة القوانين التى تطوقه والتى لم تشر إطلاقًا إلى الحياة. نظرية تشارلز داروين(*) Charles Darwin عن "التطور" شرحت معنى الحياة بمصطلحات لا تتطلب فيزياء خاصة ومن وقتها اكتشفنا الكثير عن تفصيلات ميكانيزم الحياة ولم نجد هناك فيزياء خاصة أيضًا.

هذه النجاحات المبهرة للعلم، قوانين نيوتن والفيزياء الناتجة عنها بصفة خاصة فعلت الكثير لجعل التصغيرية(**) "reductionism" مبدأً جذابًا. منذ الإيمان بأن الحقائق المكشوف عنها ربما تتضارب مع العقلانية التى تحتاج مزيدًا من الانفتاح على

(*) تشارلز دارون Charles Robert Darwin (١٨٠٩ - ١٨٨٢) عالم إنجليزى طبيعى، استغرق عمله حول "أصل الأنواع" ٢٠ عامًا كاملة، وانتهى إلى كتاب بنفس العنوان (مترجم للعربية) لقى قبولاً واسعًا، والذى ضمنه نظريته الكبرى عن "الانتخاب الطبيعى" و"البقاء للأصلح"، والذى لم يعارضه وقتها سوى بعض المفكرين الدينيين لخلو الكتاب من عملية الخلق الإلهى، وجنوحه فيه إلى أن الحياة البشرية تتصرف كالحياة الفيزيائية. (المترجم)

(**) التصغيرية "Reductionism" وتعنى المذهب القائل بالبحث عن صفات المواد بدلالة صفات مكوناتها أى البدء من الأكبر فالأصغر (أى من الجسيمات إلى الجزيئات ثم الذرات ثم الجسيمات دون الذرية كالألكترونات والبروتينات والنيترونات ثم مكونات هاتين الأخيرتين من قوارقات وجلونات بتنوعاتها =

النقـد، ومع ذلك فـإن كـثـير من الناس يتـوق للأسس المطلقـة للأشـيـاء التى يمكن أن يعتقدوا فيها أو يصدقوها. إذا لم يحصلوا بعد على نظرية تتميز بالتصغير "عن كل شيء" لكى يعتقدوا فيها وبها، فهم على الأقل يطمحون إلى واحدة بهذا الشكل. لقد كان موثوقًا به أن تراتبيه تتميز بالإنقاص فى مجال العلوم، تتأسس على فيزياء الأصغر (دون الذرية)، هى متممة للنظرية العلمية للعالم، وأنها تتعرض فقط للانتقاد من قبل العلماء الزائفين وهؤلاء الذين يتمردون على العلم نفسه، ومنذ الوقت الذى كنت أتعلم فيه البيولوجيا فى المدرسة، تغيرت حالة هذه المسألة إلى العكس مما ذهب إليه أرسطو بوضوحه. لم يكن منظورا للحياة على أنها أساسية على الإطلاق. مصطلح "الأحياء" أو "الطبيعة" كمواد دراسة والتى تعنى "البيولوجيا" قد أصبحت من قبيل المفارقات التاريخية أو ما يحدث فى غير زمانه. أساسيًا الطبيعة هى "الفيزياء". سأكون مفرطًا فى التبسيط على نحو ما إذا ميزت سمات النظرة السائدة كما يلى: الفيزياء لديها فرع منها هو الكيمياء التى تدرس التفاعلات بين الذرات، والكيمياء لديها فرع هو الكيمياء العضوية الذى يدرس مركبات عنصر الكربون وفى المقابل الكيمياء العضوية لديها فرع يدرس كيمياء العمليات التى نسميها "الحياة". هل لأننا موضوع هذه العمليات يجعل من أبعاد الفرع الأخير عن فكرة الأساسية" مثيرًا أو ممتعًا بالنسبة لنا. وبالمقارنة فإن الفيزياء ينظر إليها على أنها مهمة وذاتية الأدلة بالنسبة لصدقها لأن الكون كله بما فيه الحياة يقوم بالأداء وفقًا لمبادئها.

أنا وزميلى فى الفصل كان علينا تعلم - عن ظهر قلب - عدد من سمات الأشياء الحية. وهى كانت مجرد أوصاف. وكانت الإشارات قليلة لما هو أساسى من المفاهيم.

= التى تعددت وما زال البحث جاريًا عن المزيد مما يمكن اكتشافه منها) وبكلمات أخرى: إمكانية التوصل إلى صفات الكل "الأكبر" بدلالة صفات الجزء "الأصغر". (المراجع)

واعترف أن "أبنية الجنون" كان واحداً منها، وهى جميعًا - وبالتعريف كانت مجرد صدى لفكرة أرسطو. وكان التنفس والتبرز من بينها أيضًا. وكان هناك أيضًا "إعادة الإنتاج" و"النمو" وتلك التى لا تنسى وأعنى بها "القابلية للتأثر" والتى تعنى أنك إذا اصطدمت بشىء فإنه يصطدم بك بدوره. تلك التى يفترض أنها من سمات الحياة كانت تفتقر إلى الأناقة وحذق التفكير وعمقه، وبشكل ما لم تُصنَّف بدقة. وكما سيقول لنا دكتور جونسون. كل شىء حقيقى قابل للتأثر والتأثير "رد الفعل". ومن ناحية أخرى فإن الفيروس لا يتنفس، ولا ينمو ولا يُخرج، كما لا يتحرك إلا إذا اصطدم به شىء، ولكنه مع ذلك حى، والأحياء المصابون بالعقم ولو أنهم لا يعيدوا الإنتاج (ينجبون) فهم أحياء أيضًا.

السبب فى أن نظرة أرسطو وكذلك الكتب المدرسية قد فشلت فى أن تلتقط التمييز التصنيفى بين الأشياء الحية وغير الحية، دع عنك أى شىء له عمق، هو أنهما معًا افتقدا ما هى النقطة الرئيسية فيما هو حى (خطأ يمكن غفرانه لأرسطو لأنه فى وقته لم يكن ثمة من يعرف أكثر منه). البيولوجيا الحديثة لا تحاول تعريف الحياة عبر سمات فيزيائية تساهم أو تجعل وجوداً للحياة. لم نعد نتوقع مثل هذه الأشياء، لأننا الآن نعرف أن المادة الحية التى تشكل كائنات حية ليست هى أساس الحياة أنها مجرد واحدة من تأثيرات الحياة وأن أساس الحياة يتمثل فى الجزئيات التى تمهد أو تمكن لبيئات معينة أن تصنع نسخًا من هذه الجزئيات.

مثل هذه الجزئيات تسمى: "مُعيدى النسخ" وبشكل أعم فإن أى "معيد نسخ" هو الذى يحقق بيئات صالحة لنسخه هو ذاته. وليس كل "معيدى النسخ" هم جزئيات، أو على صلة، البيولوجيا على سبيل المثال: البرنامج الكومبيوترى الذى يعيد نسخ نفسه (مثل فيروس الكمبيوتر) هو من قبيل "معيدى النسخ". "النكتة الجيدة" هى أيضًا من نفس الشاكلة لأنها تسبب وجود مستمعين لها يعيدونها على مسامع آخرين

وقد استطاع ريتشارد داوكنز[*] Richard Dawkins أن يَنْحلَ أو يصك مصطلحًا: "ممه"[**] Mem "وجمعها مِمّات (متناغمًا مع قافية كلمة قشدة: Cream) قاصدًا بها "معيدى النسخ" المتمثلة فى أفكار البشر مثل النكات و المزح. ولكن كل الحياة على الأرض تتوقف على "معيدى النسخ" من الجزئيات. وهى ما تسمى بالجينات. كما أن علم البيولوجيا هو دراسة الأصل أو الجذور وبناء وكيفية أداء تلك الجينات وأيضًا تأثيرها على المواد الأخرى. وفى معظم الكائنات الحية تتكون الجينات من متتابعة من جزئيات أصغر، حيث توجد أربعة أنواع مختلفة ترتبط مع بعضها فى سلسلة أسماء تلك المكونات الأصغر هى: أدينين adenine، سيتوزين cytosine، جوانين guanine، ثيمين Thymine. وعادة ما يتم اختصارهم إلى: (T,A,C,G.). والاسم الكيميائى المختصر لأى سلسلة من أى عدد من جزئيات "T,A,C,G"وفى أى شكل تعرف بـ "الدنا: DNA" .

الجينات فى أى برامج كمبيوترية ذات قيمة يُعبّر عنها كتوابع لـ "T,A,C,G" كرموز فى لغة معيارية تسمى شفرة جينية والتى مع تنوع طفيف هى مشتركة فى سائر مناحى الحياة على الأرض. (بعض الفيروسات تقوم على طراز له صلة، من الجزئيات RNA حيث تكون البريونات Prions، بمعنى ما، هى جزئيات بروتينية تعيد نسخ نفسها)، بناءات خاصة فى خلايا الكائن الحى تسلك كما لو كانت كمبيوترات لتنفيذ برامج هذه الجينات. هذا التنفيذ يتكون من صنع جزئيات معينة (بروتينات) من خلال جزئيات أبسط (الأحماض الأمينية) تحت ظروف خارجية معينة. مثلاً متتابعة

(*) ريتشارد داوكنز Richard Dawkins (ولد عام ١٩٤١) عالم حيوان إنجليزى حاصل على الدكتوراه من أوكسفورد فى الحياة الحيوانية ويعمل أستاذًا مساعدًا فى ذات المجال بجامعة كاليفونيا ببيركلى - أول كتاب حقق له شهرة وهو أول مؤلفاته كان عن "الجين الأنانى The Selfish Gene" عام ١٩٧٦، ومن بين مؤلفاته بعد ذلك "نهر خارج عدن" و"تسلق جبل مرجع الحدوث". (المترجم)

(**) "الممه" تعادل أو تكافأ كلمة "جين" ولكن تُستخدم الأولى فى سياق الدراسات الإنسانية والحضارية أو الثقافية، بينما يقتصر استعمال الأخيرة على الدراسات البيولوجية. (المترجم)

ATG هو بناء يدمج الحمض الأمينى "مثيونين methionine" فى الجزىء البروتينى المصنوع.

وبالمثل فالجين يفتح كيميائيًا فى خلايا معينة بالجسد، ويعطى تعليماته لتلك الخلايا لتصنع البروتين المتطابق. على سبيل المثال فإن هرمون الأنسولين الذى يحكم مستويات السكر فى الدم بالنسبة للحيوانات الفقارية هو من مثل ما قصدته قبلا بالبروتين المتطابق أو المتماثل. ولكى تصنع الجينة ذلك فهى حاضرة فى كل خلايا الجسم تقريبًا، ولكنها تفتح للعمل فى خلايا معينة متخصصة فى البنكرياس، وفقط عندما يحتاج الجسم إليها. وعلى مستوى الجزىء هذا هو ما يستطيع أن يبرمجه الجين أى جين فى كمبيوتره الخلوى لكى يفعل: صنع كيماويات معينة. ولكن الجينات نجحت فى أن تصبح من "معيدى النسخ" لأنه فى هذا المستوى المنخفض من البرمجة الكيميائية أضافت فيما هو طبقة فوق طبقة من التحكم وإعادة التغذية Feedback المعقدين والخاضعين لمستوى عالى رفيع من التعليمات. ومتصلا بذلك فإن جينات الأنسولين والجينات التى لها علاقة بغلقها وفتحها تتعلق ببرنامج كامل من قواعد الدم فى مجرى الدم.

ويتشابه مع ذلك، هناك بعض الجينات المحتوية على تعليمات بكيف ومتى تقوم هى وجينات أخرى بنسخ أنفسهم وتعليمات لصنع مزيد من الكائنات الحية من نفس النوع، بما فيه كمبيوترات الجزيئات التى ستنفذ هذه التعليمات فى الجيل التالى. وهناك تعليمات أيضا لكيف للكائن الحى ككل أن يستجيب للمُنبّهات أو المثيرات، مثل: كيف ومتى يصطاد، يأكل، يحب (فعل الحب)، يقاتل أو يجرى هاربًا... وهكذا...

الجين يمكن أن يقوم بإعادة النسخ فقط فى بيئات معينة. وبالتشبيه: بكُوّة إيكولوجية "متصلة بالبيئة" (مجموعة البيئات التى يستطيع الكائن الحى البقاء فيها وأن يعيد الإنتاج، سوف استخدم مصطلح "الكُوّة: niche" للتعبير عن مجموعة البيئات التى يمكن فيها لمعيد نسخ معين أن يكون سببًا فى إعادة نسخ نفسه. كوة جين الأنسولين

تشمل بيئات يتموضع فيها هذا الجين فى جزئيات الخلية مصحوبًا بجينات أخرى معينة، والخلية نفسها متموضعة بدقة فى تسلسل وظائف الكائن الحى وفى موطن مناسب لهذا الكائن الحى لكى يبقى حيًا وأن يعيد الإنتاج. ولكن ثمة بيئات أخرى مثل معامل البيوتكنولوجيا "الهندسة الحيوية" حيث يتم تعديل الجينات لكى تتطابق مع الجينات لتصبح مثل جين الأنسولين مثلا. مثل هذه البيئات هى أيضًا جزء من الكوة البيئية للجين مثل عدد لا نهائى من البيئات الأخرى الممكنة التى تختلف جدًا عن تلك التى أُطلِقت منها الجين، أو نشأ فيها.

ليس كل ما يمكن أن يُنسخ هو من قبيل "معيد النسخ". معيد النسخ يتصادف أن يتسبب فى البيئة التى يمكن أن يُنسخ فيها، بمعنى أنه يساهم عمدًا فى إنشاء البيئة التى ينسخ فيها. (مصطلحاتى هنا تختلف قليلاً عما استخدمه د. جونسون فهو يعتبر كل ما يمكن نسخه لأى سبب كان هو معيد نسخ. ما أسميه أنا كذلك سيعتبره هو معيد النسخ النشط) وهذا معناه عمومًا الذى يساهم اتفاقًا أو مصادفة فى شىء ما ينشئ ما سوف أعود إليه، إنما الذى أعنيه هنا هو أن ظهوره واتخاذه شكل مُعيّن لمعيد النسخ هو ما يصنع فرقًا بين ما إذا كانت عملية النسخ قد جرت أو لم تجر. وبكلمات أخرى فإن معيد النسخ لا نحكم عليه بمجرد ظهوره لنا كذلك، وإنما إذا كان قد حل محله أى شىء أو مصنوع آخر على الأقل، حتى لو كان مجرد شبيه له، وهذا الآخر لن ينسخ مرة أخرى. على سبيل المثال. فإن جينة الأنسولين تتسبب فى خطوة واحدة صغيرة فى العملية المعقدة الهائلة الخاصة بإعادة نسخها (وهى العملية الكاملة لدورة الحياة فى الكائن الحى). ولكن الأغلبية العظمى من الجينات المتنوعة لن تنشئ خلايا تصنع الكيمياء التى تشكل وظيفة الأنسولين. إذا كانت جينات الأنسولين فى خلايا أى كائن حى سوف تحل محلها مجرد جزئيات بسيطة مختلفة، سوف ينتهى الأمر بموت ذلك الكائن الحى (ما لم يتم الإبقاء على حياته بوسائل أخرى). وسوف يكون أيضًا فاشلاً فى أن يتكاثر (أى يصبح عقيمًا) وهذه الجزئيات لن يمكن أن تعيد نسخ نفسها.

ومن ثم فإن عملية النسخ، تمت أو لم تتم، قد اختيرت بعناية لتكون حساسة للشكل الفيزيائى لجين الأنسولين، وعليه فإن ظهور الجين بما يجعله من قبيل معيد النسخ هو الشكل المناسب وموضعه الذى يجعل هناك فرقًا بين ما إذا كانت عملية النسخ قد جرت من عدمه، حتى ولو كانت ثمة أسباب أخرى لا تحصى تدخل كسبب فى عملية نسخه.

ومع تلك الجينات فثمة نتائج تابعة عشوائية من "T,A,C,G" تسمى أحيانًا بـ "نفاية" الـ DNA تظهر بدورها فى كل DNA للكائن البشرى. وهى يتم نسخها وتمريرها لذرية الكائن البشرى. وأيا ما كانت هذه النتائج يتم إحلالها بنتائج أخرى مساوية لها فى الطول فهى تظل يعاد نسخها ومن هنا يمكننا أن نستنتج أن نسخ هذه النتائج لا يعتمد على شكلها الفيزيائى المعين. وعلى عكس الجينات فإن هذه النتائج التابعة المعتبرة نفاية الـ DNA ليست من قبيل البرامج. إذا كانت لها وظيفة (وليس معروفًا إن كان لها وظيفة من عدمه) فلا يمكن أن تحمل أية معلومات من أى نوع. ولو أنه يتم نسخها إنما هى لا تساهم فى إعادة النسخ هذه وهى لذلك لا تعد من معيدات النسخ.

هذه مبالغة فى الواقع. كل ما يمكن نسخه لا بد على الأقل أن يساهم فى عملية إعادة نسخه. النتائج الثانوية النفاية لـ DNA والتى هى مصنوعة بدورها من الـ DNA والأخيرة هى التى تسمح بالكمبيوتر الخلوى لأن ينسخها والذى لا يمكنه أن ينسخ جزئيات غير الـ DNA وليس من قبيل التوضيح دائمًا القول بأن أى شىء هو معيد نسخ إذا كانت مساهمته قليلة فى إعادة نسخه حتى ولو أنه على سبيل الكلام المباشر فإن اعتبار معيد النسخ على أنه كذلك هى فى النهاية مسألة درجة. وسوف أُعرِّف "درجة التأقلم" لمعيد النسخ لبيئة معينة بأنها درجة مساهمته عمدًا فى عملية إعادة نسخه فى تلك البيئة. إذا كان معيد النسخ قد تأقلم جيدًا مع معظم كوته الأيكولوجية (بيئته الفيزيائية) يمكننا من ثَمَّ أن نصفه بأنه قد تأقلم جيدًا مع الكوة. لقد رأينا توًا أن جين الأنسولين قد تأقلم بدرجة عالية مع كوته. النتائج الثانوية كنفاية الـ: DNA لها درجة

تأقلم تافهة وغير جديرة بالاهتمام بالمقارنة مع جين الأنسولين أو أية جينات مساندة، ولكنها متوائمة بشكل أبعد مما تفعله أية جزئيات أخرى.

لاحظ أنه كي نحدد درجة التأقلم فليس علينا فحص معيد النسخ محل السؤال وحده ولكن يجب أن ننظر إلى مدى سلسلة من نظائره وكلما ازدادت حساسيته لإعادة النسخ فى بيئة معينة لشكله الفيزيائى، كلما كانت درجة تأقلمه لهذه البيئة أعلى. وأكثر معيدات النسخ تأقلماً (وهى وحدها التى تستحق أن تسمى "معيدات نسخ") تدفعنا إلى أن نأخذ فى اعتبارنا وبشكل عادل عدد قليل من التنوع، لأنها فى ظل التعدد التنوعى الواسع لن تظل معيدات نسخ. وهكذا نحن نتأمل أو نفكر مليًا فيما يحل محل معيد النسخ من أشياء واسعة الشبه معه. لكى نحدد مقدار تأقلم معيد النسخ لكل بيئة من بيئات الكوة، علينا أيضًا أن نأخذ فى اعتبارنا عديد من تنوعات البيئة كتنوعات معيد النسخ. إذا فشلت أغلب تنوعات معيد النسخ فى أن يكون سببًا فى معظم بيئات الكوة ليعاد نسخه فيها، فإنه يستتبع ذلك أن شكل معيد النسخ ذاك هو سبب له معنى فى إعادة نسخ ذاته فى تلك الكوة. ومن الناحية الأخرى إذا استطاعت معظم تنوعات معيدات النسخ إعادة النسخ فى معظم بيئات الكوة، فإن شكل معيد النسخ هنا لن يشكل سوى فرقًا بسيطًا. لأن عملية النسخ ستتم على أية حال. فى هذه الحالة فإن مساهمة معيد النسخ فى العملية ستكون قليلة وبالتالى لن يكون عالى التأقلم مع الكوّة.

وهكذا فإن درجة تأقلم أى معيد النسخ، لا تتوقف فقط على ما يفعله نحو بيئته الفعلية وإنما أيضًا لما سيفعله نحو عدد واسع من الموضوعات (التى أغلبها غير قائم) فى بيئات عديدة أخرى غير بيئته هو، لقد واجهتنا من قبل مثل هذه الخاصية الغريبة. وقوع المحاكاة فى الحقيقة التقديرية لا تعتمد فقط على استجابة الآلة فعليًا لما يفعله مستخدمها، وإنما أيضًا على الاستجابات التى لا تقوم بها، تجاه الواقعة للأشياء التى

لن يستجيب لها المستخدم فى الواقع هذا التشابه بين العمليات الحية والحقيقة التقديرية ليس من قبيل المصادفة، كما سأوضح بعد قليل.

أهم العوامل التى تحدد بيئة معيد نسخ هى فى العادة، أن إعادة نسخ الجين تعتمد على حضور جينات أخرى. على سبيل المثال: إعادة نسخ جينات الأنسولين فى دب لا تعتمد فقط على وجود بدن الدب أو وجود كل جيناته الأخرى فقط وإنما أيضًا على وجود بيئته الخارجية، من الجينات الأخرى للكائنات الحية. الدببة لا تستطيع البقاء بدون تغذية، والجينات التى تصنع هذه الأغذية موجودة فقط فى كائنات حية أخرى.

مختلف أنواع أو طرازات الجينات التى تحتاج تعاون غيرها من الجينات لتتم عملية إعادة النسخ عادة ما تعيش معا فى شرائط وسلاسل طويلة من الـ DNA الخاص بكائن حى. الكائن الحى هو ذلك النوع من الأشياء مثل حيوان أو نبات أو ميكروب – الذى نعتقد فى كل فترة من يومنا بأنه يتمتع بالحياة. وما قلته يستتبع أن "الحياة" هو ألطف وأكثر العناوين مجاملة عندما نطبقها على أعضاء الكائن الحى أنها شىء أكثر من الـ DNA. الكائن الحى بذاته ليس من "معيدى النسخ" إنه جزء من البيئة اللازمة لإعادة النسخ بل هو من أهم الأجزاء بعد الجينات. الذى يحافظ على بقاء تلك البيئة هو طراز القاطن أو المستوطن الذى يمكن أن يشغله الكائن الحى (مثل قمم الجبال أو أعماق المحيطات) وطراز الحياة المميزة التى يقوم بها هذا القاطن (مثل الصائد، أو الجهاز الذى يلقم الماكينة بأشياء معينة بعد ترشيحها Filter - Feeder) الذى يجعل الكائن الحى قادرًا على البقاء لمدة كافية للجينات بحيث يعاد نسخها.

فى حديثنا اليومى نتحدث عن كائنات حية تعيد صناعة أو إنتاج نفسها، بالطبع، فهذه واحدة من "السمات التى يفترض أنها تميز الأشياء الحية". وبكلمات أخرى نحن نعتقد أن الكائنات الحية من قبيل "معيدات النسخ" ولكن هذا ليس دقيقًا. الكائنات الحية لا تُنسخ عبر عملية إعادة الإنتاج، والأبعد من ذلك أنها لا تسبب إعادة نسخهم.

إنهم ينشأون وبشكل طازج طبقًا للطبعة الأولية المتضمنة فى الـ DNA الخاصة بالكائن الحى الذى هو والديهم. على سبيل المثال: إذا تغير شكل أنف الدب بسبب حادثة ما ربما يؤدى هذا إلى تغير فى أسلوب حياة الدب وفُرَصِه فى البقاء لكى ينتج نفسه ربما تتأثر إلى الأحسن أو الأسوأ. إذا ما كانت لديه فرصة الإنجاب فإن شكل أنوف ذرارية ستكون طبقًا للشكل الأصلى للأنف قبل الإصابة. أما لكى تحدث تغييرًا فى الجين ذو الصلة (إذا أجريت ذلك بعد إدراكك وفهمك للدب، ستحتاج فقط لتغيير جزيئى واحد) فلن تحمل ذريته الشكل الجديد للأنف بل ونسخ من الجينات المستجدة أيضا. وهذا يوضح أن شكل كل أنف كان وراءه هذا الجين، وليس شكل أى أنف سابقة. وهكذا فإن شكل أنف الدب لن تصنع مساهمة اتفاقية فى شكل أنف الذرارى. ولكن شكل جينات الدب تساهم فى عملية إعادة نسخها وفى شكل أنف الدب وشكل أنف ذرارية. وبشكل تقليدى فإن أنف الدب وموقعه (عرينه) يصنفان، على نحو له احترامه، على أنهما خواص حية وبدون حياة معًا. ولكن هذه التفرقة ليس لها أساس له معنى. لا فرق هناك أساسيًا بين الأنف وموقعه. وبما أنهما من معيدات النسخ فلا فرصة هناك أن يؤثر ذلك على استمراريتها كذلك. الأنف وموقعه هما مجرد أجزاء فى البيئة التى عبرها يتسنى لجينات الدب أن تعالج بجدارة إعادة نسخ ذواتهم.

هذا الأساس الجينى فى فهم الحياة - أن الكائن الحى جزء من بيئة الجينات - أُستخدم كأساس للبيولوجيا منذ داروين بل وكانت هى السائدة حتى على الأقل أواخر ستينيات القرن الماضى. ولم تفهم بالكامل حتى طبع ريتشارد داوكنز Richard Dawkins كتابيه "الجين الأنانى"(*) فى عام ١٩٧٦ "والمظهر الموروث الممتد" The extrended phenotype عام ١٩٨٢ .

(*) هذا الكتاب: The Selfish Gene أقوم حاليًا بترجمته إلى العربية لأهميته العلمية؛ حيث إنه رغم تاريخ نشره لأول مرة: ١٩٧٦ فقد أعيد طبعه المرة تلو المرة حتى تم الاحتفال بطبعته المزيدة والمنقحة رقم ١٣ فى العام الماضى ٢٠٠٨ ، وفى كل مره من إعادة طبعه كان يحوز صفة الكتب الأكثر مبيعًا ، وبما يدل على مرجعيته المعتبرة فى مجال البيولوجيا. (المترجم)

أعود الآن للسؤال عما إذا كانت "الحياة" ظاهرة أساسية فى الطبيعة. لقد حذرت ضد الفرض "التصغيرى" بأن ظاهرة "الانبثاق"، مثل "الحياة"، هى بالضرورة أقل أساسية من تلك الظواهر الميكروسكوبية فى الفيزياء. وبصرف النظر عن كل ما ظللت أردده من أنه يبدو أن الحياة تشير إلى أنها مجرد أثر جانبى فى نهاية سلسلة طويلة من الآثار الجانبية. لأنها ليست مجرد تنبؤ من جانب البيولوجيا التى يمكن تصغيرها، من حيث المبدأ، إلى "الفيزياء". إنها على السطح منها، وأيضًا من تفسيرها. كما قلت، فإن النظريات الكبيرة الشارحة لدارون (وفقًا للرؤية الحديثة التى نشرها داوكنز، وللكيمياء الحيوية الحديثة) هى ذات طبيعة "تصغيرية". إن الجزئيات – الجينات – هى مجرد جزئيات تطيع نفس قوانين الفيزياء والكيمياء كما لو أنها غير ذوات حياة. إنها لا تحتوى على عناصر خاصة ولا مساهمات فيزيائية خاصة. ولكنه يحدث فى بيئات معينة أنها تعيد نسخ ذواتها. وخاصية أنها من "معيدات النسخ" متوقف بشكل كبير على وجود قرينة على ذلك – بمعنى أنها تعتمد على تفاصيل يصعب تحليلها فى بيئة إعادة النسخ. جوهر إعادة النسخ يقوم فى بيئة ولا يقوم فى أخرى. وأيضًا خاصية التأقلم مع "كوة" إيكولوجية لا يعتمد على مساهمة بسيطة أو فعلية (متضمنة فى طبيعته) يملكها معيد النسخ وقت جريان عملية الإعادة، ولكن بمؤثرات قد تحدث مستقبلاً وفى ظل ظروف افتراضية وقتها (مثلا فى ظل تعدد من البيئات). الخواص الافتراضية وتلك التى تحتاج إلى قرائن هى بالأساس اشتقاقية أو ثانوية، وبذلك من الصعب للمرء أن يرى فيها أن الظاهرة يمكن أن تسميها فقط بهذه الخواص على أنها ظاهرة أساسية فى الطبيعة.

وبالنظر للتأثير الفيزيائى للحياة. فإن النتيجة واحدة. تبدو تأثيرات الحياة بسيطة وجديرة بالالتفات عنها. لأن كل ما نعرفه أن الحياة لا توجد إلا فوق كوكب الأرض دون سائر الكون بالتأكيد نحن لم نرى دليلاً على وجودها فى مكان آخر، وبالتالى حتى مع الانتشار الواسع لتأثيراتها فإنها أصغر من أن تكون موضوعًا لإدراكنا الحسى. ما

نراه وراء الأرض هو كون نشط مضطرب بالأشكال والتنوعات، قوى، ولكنه ملىء بالعمليات غير الحية. مجرات تدور متعاقبة حول محاور. نجوم تتكاثف، تسطع، تتماوج بضوء خافق، تنفجر وتنهار، أجسام أقل من ذرية ذات طاقة هائلة، وأمواج تنساب فى كل اتجاه من الجاذبية والكهرومغناطيسية، سواء كانت هناك حياة أولاً عبر هذه العمليات العظمى فلن تؤثر على هذه العمليات بأدنى صور التأثير. ويبدو أن الأمر سيكون على ما هو عليه حتى ولو لم تظهر الحياة أصلاً. لو كانت الأرض متضمنة فى توهج شمسى كبير فليس لذلك أى معنى فلكى، محيطنا الأرضى والعضوى (الإحيائى) سيتحول فوراً إلى شىء مجدب وعقيم، وهذه الكارثة سوف يكون لها تأثير بسيط على الشمس كتأثير نقطة مطر على بركان ثائر. محيطنا الحيوى، من حيث كتلته أو طاقته أو بأى مقياس فيزيائى فلكى آخر مشابه، سيكون مجرد كسرة تافهة حتى بالنسبة للأرض، إذ أن من المسلم به فلكيًا أن النظام الشمسى يتكون أساسًا من الشمس وكوكب المشترى. أى شىء آخر (بما فيه الأرض) هو مجرد شوائب والأكثر من ذلك أن النظام الشمسى نفسه هو شىء تافه بالنسبة لمجرتنا (درب التبانة) التى هى بدورها أمر غير ملحوظ بالنسبة للكون المعروف. وهكذا يبدو الأمر كما وضعه ستيفن هوكنج(*) Stephen Hawking "الجنس البشرى ليس إلا مجرد زبد أو جفاء كيميائى على كوكب متواضع الحجم يدور فى مسار حول نجم عادى فى ضاحية متطرفة لواحدة من بين مئات البلايين من المجرات".

تلك هى الرؤية السائدة فى أيامنا هذه والتى تتمثل فى أن الحياة، بعيداً عن كونها مركزية هندسيًا ونظريًا وعمليًا، فهى لا تكاد تكون ذات معنى يمكن فهمه أو إدراكه.

(*) ستيفن هوكنج Stephen Wiliam Hawking (١٩٤٢ - ...) فيزيائى نظرى إنجليزى - صاحب نظرية فى انفجار البقع السوداء التى تقوم على أساس نظريتى النسبية وميكانيكا الكم، كما اقترح التشكل الذى وقع فور الانفجار الكبير فضلاً عن مساهماته بصفة عامة فى مجال الفيزياء، والتى جلبت له - رغم مرضه الشديد - العديد من التشريفات الاستثنائية، ومن أشهر مؤلفاته الموجودة فى مصر - على حد علمى -"تاريخ موجز للزمان" و"الكون فى قشدة جوز". (المترجم)

الإحيائية أو البيولوجيا فى هذه الصورة هى موضوع له نفس حالة الجغرافيا. معرفة تخطيط لمدينة أوكسفورد ليس مهما إلا للقاطنين بهذه المدينة ولا يهم الذين لم يسبق لهم زيارتها. ويشبه ذلك ما يبدو أن الحياة هى خاصية لمنطقة، وربما مناطق ضيقة من الكون، هى أساسية بالنسبة لنا لأننا من الأحياء، ولكنها ليست أساسية سواء نظريًا أو عمليا فى المخطط العام للأشياء. وإن كان هذا المظهر من قبيل المراوغة أو المخادعة. ببساطة ليس صحيحًا أن الحياة ليست لها معنى من ناحية تأثيراتها الفيزيائية، ولا أنها اشتقاقية أو ثانوية من الناحية النظرية.

وكخطوة أولى لشرح ذلك دعنى أشرح أولاً ملحوظتى الباكرة بأن الحياة هى شكل لجيل من مولدات الحقيقة التقديرية. لقد استخدمت تعبير "حوسبة" على الميكانيزم أو الآلية التى تنفذ بها الجينات البرامج الكائنة فى الخلايا الحية ولكن هذا نوع من الاصطلاحيات المنفلتة قليلا. بالمقارنة مع الكمبيوترات ذات الهدف العام التى ننتجها صناعيًا، إنها تفعل ما هو أكثر وما هو أقل. ليس سهلا على المرء برمجتها للقيام بنظام كلمات أو تحليل عدد كبير من الأرقام. ولكن من ناحية أخرى هى تبذل جهدًا فائقًا ورائعًا ودقيقًا فى التحكم التفاعلى على استجابات (الكائن الحى) إزاء بيئة معقدة لأى شىء قد يحدث له. وهذا التحكم موجه لتسبيب البيئة التى تمثل رد فعل الجينات بطريقة معينة (بمعنى أن تعيد النسخ) مثل أن شبكة التأثيرات على الجينات تكون على نحو ما – وبقدر الإمكان – مستقلة عما يحدث فى الخارج. وهذا أكثر من مجرد الحوسبة. إنه محاكاة للحقيقة التقديرية.

التناظر الوظيفى الذى أقمناه مع التقنية البشرية. الخاصة بالحقيقة التقديرية ليس متكاملاً. أولاً: ولو أن المسألة تتعلق بالجينات، تمامًا مثلما يفعل مستخدم الحقيقة التقديرية داخل بيئة إنشاءها بالكامل وسلوكها محدد بواسطة برنامج (وفى حالة الجينات فهى تحتوى على هذا البرنامج) إلا أن الجينات لا تقوم بتجريب أو اختبار هذه البيئة لأنها فاقدة الحس والخبرة. وهكذا فلو أن الكائن الحى يحاكى حقيقة تقديرية

بواسطة جيناته، فهى محاكاة بدون مشاهدين. ثانيًا: الكائن الحى لا يحاكى وإنما يتم صنعه. ليس الأمر أننا نغش الجينات بأن ثمة كائن حى فى الخارج. الكائن الحى هو فى الخارج حقيقة.

ومع أن هذه الفروق مهمة. فكما قلت فإن كل محاكاة للحقيقة التقديرية هى فيزيائيًا تصنع البيئة التى تتم محاكاتها. ما هو داخل مولد حقيقة تقديرية يقوم بعمل المحاكاة هو بالتحديد بيئة حقيقة، مصممة لتكون حائزة على الخواص المحددة فى البرنامج.

كل ما يحدث أننا نحن المستخدمين نختار تفسير المسألة على أنها بيئة مختلفة يتصادف أننا نشعر تجاهها بنفس الشعور. أما بالنسبة لغياب المستخدم، ودعنا نكون صرحاء، وواضحين، ما هو دور المستخدم للحقيقة التقديرية. أولاً هو "يصطدم" بالبيئة التى تجرى محاكاتها، والتى ترد له الاستجابة فى المقابل **Kick him Back** وبكلمات أخرى يتفاعل مع البيئة بطريقة تلقائية واستقلالية. فى الحالة البيولوجية هذا الدور يحققه المستوطن الخارجى. ثانيًا: أنه يمد العملية بالانتباه اللازم لعملية المحاكاة. بمعنى أنه يعطى بعض المعنى للحديث عن حالة خاصة بعد المحاكاة هل كان ثمة اصطلاحات للدقة قد تمت أم ثمة ما زالت العملية محتاجة إليه. لقد قلت أن مسألة الدقة هذه فى مجال المحاكاة هى نهاية كما يفهمها المستخدم بالنسبة للبيئة التى تمت محاكاتها بالفعل وبين البيئة التى كان يقصدها. ولكن ماذا تعنى الدقة بالنسبة لمحاكاة لم ينتويها أحد ولا أحد يفهمها؟ إنه يعنى درجة تأقلم الجين مع "كُوَّته". يمكننا هنا أن نستدل أنه ثمة نية لدى الجينات لمحاكاة بيئة ستمكنهم من إعادة نسخ ذواتهم، منذ نظرية داروين عن التطور. الجينات تصبح هامدة إذا لم تمثل دور "النية" بكفاءة وتصميم مثلها مثل باقى الجينات المتنافسة.

ولذا فإن المحاكاة فى العمليات الحية وفى الحقيقة التقديرية تتنحّى فيها تلك الخلافات البادية على سطحها جانبًا لكنهما يقومان بنفس العملية. كلاهما

يتعلق (ومتضمن فيزيائيًا) بالنظريات العامة عن البيئة. وفى الحالتين فإن هذه النظريات هى للتحقق والانتباه لهذه البيئات والسيطرة عليها والتفاعل معها وهو ما لا يعتمد فقط على مظهرها اللحظى وإنما أيضًا على استجابتها التفصيلية لكل محفِّز عام.

الجينات تنطوى على معلومات عن كواتها. كل شيء له معنى أساسى حول ظاهرة الحياة يعتمد على هذه الخاصية وليس إعادة النسخ فى حد ذاته. وهكذا لا نستطيع الآن أن نتقدم بالمناقشة إلى ما وراء "إعادة النسخ". من حيث المبدأ يمكننا أن نتخيل نوعًا من الكائنات جيناته غير قادرة أو قابلة لإعادة النسخ. وإنما بدلاً من ذلك تكون متأقلمة على إبقاء شكلها الفيزيائى دون تغيير بعملية متصلة من الصيانة الذاتية وحماية نفسها من أى نفوذ خارجى. مثل هذا الكائن لا يمكن أن ينبثق طبيعيًا، وإنما يمكن إنشاؤه صناعيًا ومجرد أن درجة التأقلم لدى "معيد النسخ" يتم تعريفها على درجة مساهمته عمدًا أو اتفاقيًا مع عملية إعادة النسخ، فإننا يمكن تعريف درجة تأقلم هذه الجينات غير القابلة لإعادة النسخ بأنها درجة ما تساهم فيه فى عملية بقائها فى شكل معين. تخيل كائنًا ما حُفِّزت جيناته أو كان محتفظًا بها فى قطعة من الماس فى شكل نموذج. الماس العادى له شكل عشوائى ويمكنه أن يبقى لدهور فى مختلف الظروف ولكن ذاك الشكل ليس مهيئًا للبقاء لأن أى قطعة ماس أخرى مختلفة الشكل سوف تعيش فى ظل ذات الظروف أيضًا. ولكن لو أن قطعة الماس المحتوية على جينات كائن افتراضى تسببت للكائن الحى أن يتصرف بطريقة، مثلاً، قام فيها بحماية سطح الماسة من التآكل والصدأ فى بيئة معادية أو مضادة أو قام فيها بالدفاع عن الماسة فى مواجهة كائن آخر يرغب أو يحاول إدخال معلومات مختلفة إلى قلب الماسة. أو ساعدها ضد محاولات اللصوص الذين سيقومون بتقطيعها فى شكل أحجار كريمة مصقولة، وبالتالى ستكون مسكونة بتأقلم عبقرى للبقاء فى تلك البيئات (من بين المصادفات، أن الأحجار الكريمة تحوز درجة من التأقلم للبقاء فى بيئة أرضنا الحالية. البشر

يبحثون عن الماس البكر غير محدد الشكل لتغيير شكله إلى تلك القطع من الأحجار الكريمة. وفى نفس الوقت عندما يسعون وراء الأحجار الكريمة يحتفظون بها على ما هى عليه من شكل وهكذا ففى مثل هذه البيئة يساهم شكل الماس اتفاقيًا فى عملية بقائه).

عندما تتوقف صناعة هذه الكائنات الصناعية، فإن عدد فرص جينات كل منها فى عدم إعادة النسخ تكاد تنعدم، لن يحدث لها أى إكثار أو انتشار مرة أخرى أبدًا. ولو حتى تناقصت فطالما كانت المعلومات التى تحتويها كافية لها لتسن استراتيجية بقائها فى الكوة التى تشغلها. وأخيرًا فإن تغييرًا كبيرًا لدرجة كافية فى القاطن أو إنهاك بسبب أية أحداث، فربما تنمحى الكائنات، وربما أيضًا تبقى للمدة الطبيعية التى يبقاها النوع. الجينات فى هذا النوع تشارك الجينات الحقيقية فى خواصها ما عدا إعادة النسخ. وبصفة خاصة هى تتضمن فى تكوينها المعلومات الضرورية لمحاكاة كائناتها العضوية بالضبط كما تفعل الجينات الحقيقية.

إنها مسألة "بقاء المعرفة" وليس بالضرورة بقاء الجينات أو أى موضوع فيزيائى آخر، ذلك هو العنصر الشائع الذى يفرق بين جينات تحوز خاصية إعادة النسخ وأخرى لا تحوزها. وبشكل مباشر هى قطعة معرفة أكثر من أنها موضوع فيزيائى يتأقلم أو لا يتأقلم مع كوة معينة. إذا ما تأقلمت فستكون حائزة على الخاصية الداخلة ضمن تركيب الكوة، وستكون راغبة فى البقاء على ما هى عليه. ومع وجود معيد نسخ فإن المادة الفيزيائية المشتملة عليه ستظل تتغير، ونسخة جديدة مشابهة من مكونات ليست لها خاصية إعادة النسخ سوف تظهر فى كل مرة يتم فيها النسخ. معلومات عدم إعادة النسخ ربما أيضًا تشملها بنجاح أشكال فيزيائية متنوعة مثلما تنقل مجموعة أصوات مسجلة إلى شريط ممغنط ومؤخرًا إلى إسطوانة مدمجة. المرء يستطيع أن يتخيل كائن حى صناعى قائم على أساس عدم إعادة النسخ سوف يقوم بمثل هذا النوع من العمل آخذًا كل فرصته فى نسخ المعلومات فى جيناته عبر أكثر الوسائط

الآمنة المتاحة. ربما فى يوم من الأيام ستتمكن الأجيال القادمة من صنع أو تحقيق ذلك.

أعتقد أنه من الخطأ أن نقول على هذه الكائنات العضوية من هذا النوع الافتراضى بأنها غير حية، ولكن المصطلحات هنا ليست بذات أهمية. المسألة أنه بالرغم أن كل الحياة المعروفة تقوم على أساس إعادة النسخ، فإن ما تدور حوله ظاهرة الحياة فعلاً هو "المعرفة". إننا نستطيع أن نضع تعريفًا للتأقلم بمصطلحات مباشرة من المعرفة. كل جوهر ما يتأقلم مع كوة إذا كانت مشتملة على معلومات تجعل الكوة سببًا فى بقاء هذه المعلومات فى حالة وجود. الآن قد اقتربنا من لماذا الحياة أساسية. الحياة تدور حول التضمن أو الاشتمال الفيزيائى للمعرفة، وفى الفصل السادس مررنا على قانون فيزيائى، مبدأ تورنج، والذى يدور بدوره حول الاشتمال الفيزيائى على المعرفة. إنه يقول أن من الممكن تضمين قوانين الفيزياء كما تستخدم فى أى بيئة ممكنة فيزيائيًا فى برامج مولدات الحقيقة التقديرية. الجينات هى هذه البرامج ليس هذا فقط بل أيضًا كل برامج الحقيقة التقديرية الموجودة، والتى ستوجد هى مؤثرات مباشرة أو غير مباشرة على الحياة. على سبيل المثال فإن برامج الحقيقة التقديرية التى تجرى فى أجهزة كمبيوتراتنا وفى أدمغتنا هى ذات تأثير غير مباشر على الحياة البشرية. وهكذا فالحياة هى وسائل. ربما وسائل ضرورية. لهذه التأثيرات كى تشير من خلالها إلى أن مبدأ تورنج مزروع فى الطبيعة.

هذا يعد مشجعًا، ولكنه ليس كافيًا تمامًا لتدعيم فكرة أن الحياة ظاهرة أساسية. لأننى لم أنته بعد من إنشاء فكرة أن مبدأ تورنج نفسه يحوز حالة القانون الأساسى. قد يحاول أى متشكك فى أنه كذلك وربما يأخذ هذا المتشكك وجهة النظر القائلة بأن المعرفة هى جزء ضيق وأنها مفهوم أنثروبولوجى مركزى (العلم القائم على مركزية الإنسان فى الكون) أكثر من أنه مبدأ أساسى أى أنه واحد من الأشياء المفهومة لنا بسبب ما نحن عليه: حيوانات تنشئ كُوَّاتها الأيكولوجية المُعرّفة وتستخدمها ولكنها غير

مـفـهـومـة بالمعنى المطلق. وبالنسـبـة لدب الكـوالا "Koala" الذى تعـتـمـد كـوته الأيكولوجيـة على أوراق شـجـر الإيكالبـتـوس eucalyptus الإيكالبـتـوس له مـعنى فى المعرفة التى يستخدمها فرد الهوموسابيان "homosapiens" الذى هـو النوع البشرى أو الإنسان، المعرفة إذن لها معنى.

ولكن هذا المتشكك على خطأ. المعرفـة ليست لـهـا مـعـنى فـقـط للنوع البـشـرى وليـست فـقط على كـوكب الأرض. لقـد قلـت أن أى شـىء له أو ليـسـت له تـأثيـرات واسـعـة فـيـزيائيًـا ليس ذلك هو الأمـر الفـصل فـيـه بقـدر مـا يكون الفـصل فـى هل هو أسـاسى فى الطبـيـعـيـة أو أن له صلة بذلك. دعنا فى ذلك نأخذ فى اعـتبـارنا تأثيرات المعرفة الفلكية.

نظرية تطور النظام النجـمى - بناء وتطور النجـوم - هـى واحـدة من قـصص النجاح فى العلم (لاحظ هنا الصدام بين المصطلحات كلمة "التطور" فى الفيزياء تعنى "النمو" أو ببسـاطة "الحركة" وليس التنوع والانتـقـاء). منذ قـرن مـضى حـتى ولو أن مصدر طاقة الشمس لم يكن معروفًا، كانت أفضل فيزياء وقتها تقدم فقط النتيجة الزائفة بأنه مهما كان مصدر طاقة الشمس فإنها لن تكون قادرة على التوهج لأكثر من مائة مليون سنة. من المثير أن الجيولوجيين وعلماء الباليونتولوجى Palaeontologists(*) يعلمون الآن من أدلة إحفورية عما كانت عليه الحياة بأن الشمس ظلت متوهجة وتنشر توهجـها ذاك على الأرض لما لا يقل عن بليون سنة. وبعد ذلك تم اكتشـاف الفـيزياء النووية وطبقت بتفصيل كبير على فيزياء ما هو بداخل النجوم. ومن وقـتها نضـجت نظرية النظام النجمى. نحن نفهم ما الذى يجعل النجم متـألقًا. ونحن نستطيع التنبؤ بدرجة الحرارة واللون ومدى السطوع والقطر لكل مرحلة فى تاريخ النجم، ولأى مدى

(*) علماء الإحاثة أو الاستدلال على المعلومات من الأحافير التى يعثرون عليها (المؤلف).

بقيت هذه المرحلة، وعلى أية عناصر يقوم عليها التحول النووى وهكذا. هذه النظرية قد ولدت عبر ملاحظتنا للشمس والنجوم، كما تم إخضاعها للاختبار.

نستطيع أن نستخدم النظرية فى التنبؤ بمستقبل تطور الشمس. هذا التنبؤ يقول أن الشمس سوف تستمر فى توهجها باستقرار عظيم لمدة خمسة بلايين أخرى من السنين أو حولها، وحينئذ تتمدد إلى مائة مثل مقياسها الحالى لتصبح نجمًا أحمرًا عملاقًا، وعندئذ تنبض، تتموج وتتحول إلى ضياء متعاظم مستعر ثم تتهاوى وتبرد، وأخيرًا تتحول إلى قزم أسود. ولكن هل سيحدث كل هذا للشمس؟ هل كل نجم تشكل منذ بضعة ملايين من السنين قبل الشمس وله نفس حجمها ونفس تكوينها تحول بالفعل إلى عملاق أحمر كما تتنبأ النظرية؟ أم من الممكن أن ثمة عمليات كيميائية ذات معنى وواضحة على كواكب أصغر تدور فى مدارات حول تلك النجوم أن تغيِّر مجرى العمليات النووية والمتعلقة بالجاذبية لتصبح ذات حجم وطاقة أكثر وهائلين؟

إذا أصبحت الشمس نجمًا أحمرًا عملاقًا سوف تبتلع الأرض وتدمرها. وإذا كان خلفاء لنا فيزيائيًا أو عقليًا قد استمروا فى التواجد على الأرض فى ذاك الوقت ربما لن يرغبوا فى حدوث مثل ذلك، وربما يصنعون ما فى وسعهم لمنع حدوث ذلك.

من الواضح أنهم لن يكونوا قادرين على ذلك. بالتأكيد لأن تقنياتنا الحالية أضعف من أن تقوم بالمهمة وبعيدة أيضًا عن ذلك ولكن لا نظريتنا عن تطور النظام النجمى ولا أى فيزياء نعرفها تعطينا سببا للاعتقاد بأن مثل تلك المهمة مستحيلة. على العكس نحن نعرف، وبكلمات فضفاضة، والذى نريده للمهمة وما الذى سيتعلق بها (بمعنى، إزاحة المادة عن الشمس) ولدينا عدة بلايين من السنين لنصحح ونكامل خططنا "المسلوقة" ونجعلها محلا للعمل الفعلى، وإذا استطاع خلفاؤنا إنقاذ أنفسهم بهذه الطريقة، فإن نظريتنا الحالية عن تطور النظام النجمى عندما تستخدم أو تطبق على نجم بعينه، الشمس، ستعطينا الإجابة الخاطئة تمامًا. ولماذا تعطينا إجابة خاطئة فلأنها لم تأخذ فى حسابها تأثير الحياة على تطور النظام النجمى. فقط أخذت فى اعتبارها تأثيرات

أساسية فيزيائية مثل القوى النووية والكهرومغناطيسية والجاذبية والضغط الإشعاعى والهيدروستاتيك، ولكن ليس الحياة.

ويبدو أن المعرفة المتطلبة للسيطرة على الشمس بهذه الطريقة لا تميل إلى أن تبرز بناء على التصنيف الطبيعى وحده، وهكذا لا بد وبالتحديد أن تكون ثمة حياة ذكية هى التى ستبدو بارزة ويتوقف عليها مستقبل الشمس. والتى من خلالها تتم الإشارة إلى أن مبدأ تورنج متجذر فى الطبيعية. الآن ربما يكون موضوعًا لمناقشة ذلك الفرض غير المدعوم بأن الذكاء سوف يكون قائما على الأرض لبضعة بلايين السنين، وإذا كان قائمًا فسوف يمتلك المعرفة اللازمة للسيطرة على الشمس وهذا فرض آخر إضافى. النظرة الجارية أن الحياة الذكية على الأرض الآن تعانى من خطر تدمير نفسها، إن لم يكن عبر حرب نووية فبسبب كارثة تأثيرات جانبية للتقدم التقنى أو الأبحاث العلمية. والبعض يعتقد أنه إذا استمر الذكاء على الأرض فذلك لأنه سيقمع التقدم التقنى. وهكذا فربما يخشون أن تنمية تقنياتنا يتطلب ضبطًا للنجوم وهو ما يتضارب مع البقاء لمدد أطول كافية لاستخدام تلك التقنية، وبالتالى فإن الحياة على الأرض مقدرة سلفًا بطريقة أو أخرى وبحيث لا تؤثر على تطور الشمس.

أنا على يقين بأن مثل هذا التشاؤم مضلل الاتجاه، وكما سأشرح فى الفصل ١٤ أن هناك سببا لحدس وتخمين بأن خلفاءنا سوف يسيطرون على الشمس فى نهاية المطاف وأكثر من ذلك أيضًا رغم الاعتراف بأننا لا نستطيع التنبؤ لا بتقنيتهم ولا برغباتهم. ربما يختاروا إنقاذ أنفسهم بالهجرة من المجموعة الشمسية، أو بتجميد الأرض، أو بعديد من الطرق غير مفهومة لنا وليس من بينها التأثير أو العبث مع الشمس. ومن ناحية أخرى ربما يرغبون فى التحكم فى الشمس بأقرب مما يتطلبه منع تحولها إلى مرحلة النجم الأحمر العملاق (على سبيل المثال: بتسخير طاقتها على نحو أكفأ أو استنزاف مادتها الأولية بما من شأنه إنشاء مزيد من الأماكن للعيش فيها). ما علينا. النقطة التى أحاول إبرازها هنا لا تعتمد على قدرتنا على التنبؤ بما سيحدث،

وإنما أن الذى سيحدث سيعتمد على المعرفة التى ستكون لدى هؤلاء الخلفاء، وكيف سيكون اختيارهم لاستخدامها وتطبيقها. وهكذا لا يتسنى للمرء أن يتنبأ بمستقبل الشمس دون أن يأخذ فى اعتباره مستقبل الحياة على الأرض، وتحديداً مستقبل المعرفة. بقاء لون الشمس لعشرة بلايين سنة طالما يعتمد على الجاذبية والضغط الإشعاعى والحمل الحرارى وأطروحة القوة النووية. إنه لا يعتمد بالمرة على جيولوجيا كوكب الزهرة ولا كيمياء المشترى ولا نموذج الحفر على القمر. إنه يعتمد على ما سيحدث للحياة الذكية على كوكب الأرض أنه يعتمد على السياسة والاقتصاد ونتائج الحروب. إنه يعتمد على ما يفعله الناس: ما هى القرارات التى يصنعوها، ما هى المعضلات التى يحلونها، ما هى القيم التى يتبنونها، وكيف يسلكون تجاه أبنائهم.

المرء لا يمكنه تجنب هذه النتيجة: تبنى نظرية متشائمة عن مشهد بقائنا. مثل هذه النظرية لا تأتى من أى قانون فيزياء أو أى مبدأ أساسى نعرفه، ويمكن تقويمها فقط بمستوى عالٍ من المصطلحات البشرية (مثل أن المعرفة العلمية قد سبقت المعرفة الخلقية، أو شىء من هذا). ولذا فإن الجدل انطلاقًا بمثل هذه النظرية يمكن للمرء أن يستدل منه بوضوح أن النظريات عن الشئون البشرية ضرورية لصنع تنبؤات فيزيوفلكية، وحتى لو فشل الجنس البشرى، فى تلك الواقعة وتكللت جهوده للبقاء بعدم البقاء، هل يمكن تطبيق النظرية المتشائمة على الذكاء خارج نطاق الأرض فى سائر الكون؟ إذا لم يكن - إذا كان ثمة حياة ذكية، فى مجرة ما أمكنها أن تنجح فى البقاء لعدة بلايين من السنين - فإن الحياة لها معنى فى تطور الفيزياء، بمعناها الأشمل والأعم فى أرجاء الكون كله.

عبر مجرتنا وعبر متعدد الأكوان يعتمد تطور النظام النجمى على أين ومتى تنبع الحياة الذكية، وإذا كان الأمر كذلك فعلى نتائج حروب هؤلاء الأذكياء وعلى كيف يعاملون أبنائهم. ويمكننا التنبؤ مثلا بشكل مبدئى بأى نسبة توجد النجوم الملونة بألوان مختلفة (وبشكل أكثر تحديداً النجوم ذات الأطياف المختلفة عبر المجرة). ولكى نفعل

ذلك علينا أن نضع بعض الفروض عن مدى وجود حياة ذكية هناك، وما الذى تفعله (أساسًا إذا لم تكن كثرة من النجوم قد انطفأت). فى هذه اللحظة فإن ملاحظاتنا متفقة على أنه ليس ثمة حياة كذلك خارج نظام مجموعتنا الشمسية. وعندما يتم تصحيح نظرياتنا أكثر عن بناء مجرتنا، سوف نكون قادرين على صنع تنبؤات أكثر تحديدًا، ومرة أخرى فقط على أساس الافتراضات عن توزيع وسلوك الذكاء فى المجرة. وإذا لم يتم تصحيح هذه الفروض سوف تكون تنبؤاتنا خاطئة كما لو أخطأنا فى تكوين الغازات بين النجمية أو فى كتلة ذرة الهيدروجين. وإذا اكتشفنا شذوذات معينة فى الطرازات المشهودة فإن هذه يمكنها أن تكون أدلة على مظهر الذكاء فى المجالات خارج الأرض.

الكونيّان (نسبة إلى علوم الكون) جون بارو(*) John Barrow وفرانك تبلر Frank Tipler ركزا اعتبارهما فى التأثيرات الفيزيوفلكية التى ستكون فى الحياة لو استمرت فى البقاء بعد الوقت الذى(*) ستصبح فيه الشمس ماردًا أحمرًا. وجدا أن الحياة أخيرًا سوف تحدث تغييرات مهمة ونوعية فى بناء المجرة ومتأخرًا بعدها فى بناء الكون كله (سوف أعود لهذه النتائج فى الفصل ١٤). ومرة أخرى، عندما تكون هناك أى نظرية حول بناء الكون فى شكلها العام أو فى مراحلها الأولية فلا بد أن يكون لها وضع بالنسبة لما ستكون عليه الحياة وقتئذ. ليس ثمة مهرب من ذلك: مستقبل تاريخ الكون

(*) جون بارو John Barrow (مولود ١٩٥٢) إنجليزى حاصل على الدكتوراه من أكسفورد فى الفيزياء الفلكية ويعمل أستاذًا فى قسم الرياضة التطبيقية والفيزياء النظرية، وتتركز أبحاثه على النماذج الكونية وطبيعة الثوابت الفيزيائية حيث يسعى دومًا لفهم كيف يعمل العالم ويرى أن الكيمياء هى فيزياء بالفعل، وأن البيولوجيا أكثر من مجرد فرع من التاريخ الطبيعى، ومما يذكر أنه بسبب بحوثه فى الحقائق الروحية فإن له وجهة نظر تقول بأن كلاً من المفاهيم الدينية والنماذج العلمية تعطينا حقائق محدودة، وكما لم تلغ النسبية العامة لأينشتاين نظرية الجاذبية لنيوتن فإن الحقائق الدينية لا تلغى أو تستبعد التقريبات والتشابهات الجزئية فى مفاهيم البشر عن المقدس. كما ألف عدة كتب تناولت جذور التطور فى الكون، وغير الممكن، وحدود العلم وعلم الحدود، واليد اليسرى للخلق، وحدود الإدراك البشرى، والمبدأ الأنثروبولوجى وغيرها (حوالى ١٧ مؤلف). (المترجم)

يعتمد على مستقبل تاريخ المعرفة. اعتاد الفلكيون على الاعتقاد بأن الأحداث الكونية لها تأثير ونفوذ على الشئون البشرية. بينما اعتقد العلم لعدة قرون أنه ليس لأيهما نفوذ على الآخر. الآن نحن نرى أن الشئون البشرية هى التى لها تأثير ونفوذ على الأحداث الكونية.

يستحق الأمر أن نوجه انتباهنا على ما انحرفنا أو ضللنا فى فهمه عن التأثير الفيزيائى للحياة. لقد كان ذلك بجعلنا له فى حيّز ضيق (ومن السخرية أن القدماء حاولوا تجنب تلك الأخطاء بجعل الأمر فى حيز أكثر ضيقًا)، فى الكون كما نراه، لم تؤثر الحياة على أى شىء فيزيوفلكى له معنى. أيًا كان الأمر فإننا لا نرى إلا الماضى، وفقط الماضى القريب منا من حيث الحيز المكانى الذى نرى تفصيلاته. وكلما نظرنا أكثر توجهنا أكثر للخلف وتقل التفصيلات التى نراها. ولكن حتى للماضى كله – تاريخ الكون منذ الانفجار الكبير وحتى الآن – فهو مجرد جزء صغير من الحقيقة الفيزيائية. وهناك تاريخ طويل سيمضى من الآن حتى الانسحاق الكبير (إذا حدث ذلك) وربما أكثر من ذلك عند الحديث عن الأكوان الأخرى. لا يمكننا ملاحظة كل ذلك أو أيًا منه ولكننا عندما نطبق أفضل نظرياتنا على مستقبل النجوم والمجرات والأكوان الأخرى، سنجد مدى كبيرًا لتأثير الحياة، فى المستقبل البعيد للهيمنة على كل ما يحدث، تمامًا كما هو حادث الآن فى مسألة الهيمنة على جو الأرض أو محيطها الحيوى.

الجدل التقليدى عن عدم أهمية الحياة يعطى وزنًا كبيرًا للأحجام الكبيرة للأشياء مثل الحجم والكتلة والطاقة. وكانت هذه مقاييس للفيزياء الفلكية ذات المعنى بالنسبة للجزء الذى يمثله الماضى والحاضر. ولكن ليس هناك سببًا فى الفيزياء لأن يستمر ذلك على نفس النحو. والأكثر من ذلك أن المجال الحيوى للأرض يمدنا بأمثلة متواجهة ومتعارضة فى التطبيق العام لمقاييس المعنى هذه. وعلى سبيل المثال فقد كانت كتلة الجنس البشرى فى القرن الثالث قبل الميلاد تقدر بحوالى عشرة ملايين طن. ولذلك فللمرء أن يخرج بنتيجة من ذلك بأن هذه العملية الفيزيائية لا تشبه أن تكون حدثت فى

القرن الثالث قبل الميلاد وما يتعلق بكثير من الأزمنة فى حركتها فى حين لم يتأثر معنى الكتلة فى غياب الجنس البشرى. ولكن سور الصين العظيم الذى تبلغ كتلته حوالى ثلاثمائة مليون طن قد بنى فى حوالى تلك الفترة. تحريك ملايين الأطنان من الصخور هو عمل يقوم به البشر فى كل زمان. فى أيامنا الحالية تحتاج لبضع عشرات من البشر لحفر مليون طن لنفق أو إنشاء سكة حديد (هذه النقطة تظهر بقوة أكثر لو أجرينا مقارنة عادلة بين الكتلة التى يتم نقلها من الصخور وبين الجزء الرفيع من أدمغة المهندسين أو الأباطرة التى تحوى مجرد الفكرة أو المِمَّات "memes" التى تتسبب فى نقل الصخور). الجنس البشرى ككل (أو إذا شئت مخرونة من المِمَّات) ربما لديه المعرفة الكافية لتدمير كل الكواكب إذا كان بقاؤه يعتمد على مثل هذا العمل. حتى الحياة غير الذكية شكلت فى كثير من الأوقات كتلتها الكلية حول سطح وفى جو الأرض. كل الأوكسوجين فى جونا - على سبيل المثال حوالى ألف تريليون طن - قد أنشئ بمعرفة النباتات ولذلك كان أثرًا جانبيًا لإعادة النسخ للجينات، الجزيئات التى نشأت عن جزئ واحد مثلاً. الحياة تحقق تأثيراتها ليس بأن تكون أكبر أو أضخم أو أكثر طاقة أكثر من أية عمليات فيزيائية وإنما بأن تكون أكثر معرفة وقابلة لها. وبمصطلحات التأثير الفادح على مخرجات العمليات الفيزيائية، فالمعرفة على الأقل لها معنى مثلها مثل أى كم فيزيائى آخر.

لكن هل هناك - كما افترض القدماء أنه فى حالة الحياة لا بد من وجود فرق أساسى فيزيائى بين من يحوز المعرفة ومن لا يحملها - فرق يعتمد لا على موضوعات البيئة ولا على تأثيراتها على المستقبل البعيد، ولكن على المساهمين الفيزيائيين الفوريين أو الحاليين. من الملحوظ أن هناك فرق. ولكى نرى ما هو لا بد أن نأخذ وجهة النظر التى تأخذ بمتعدد الأكوان.

انظر إلى الـ DNA لكائن حى مثل الدب وافترض أننا عثرنا فى مكان ما من جيناته على المتتالية TCGTCGTTTC هذا الوتر أو الخيط المميز المكون من عشرة

جزئيات فى كُوَّته الخاصة المكونة من باقى الجينات وكُوَّاتهن. هذا الوتر أو الشريط هو من معيدات النسخ، ويتضمن قدر ضئيل من المعرفة ولكن ذا معنى. والآن من أجل المجادلة افترض أننا استطعنا العثور على نفاية جينات (وهى ليست جينات) تمثل فصيلاً أو جزء من DNA الدب ولها أيضًا نفس المتتالية التى سبق وعثرنا عليها. ومهما يكن فإن هذه المتتالية لا تستحق أن نطلق عليها "معيدة نسخ"، لأنها لا تساهم بشىء تقريبًا فى إعادة نسخها كما لا تشتمل على أية معرفة. إنها متتالية عشوائية. وهكذا فإن لدينا هنا شيئين فيزيائيين كليهما يمثل جزءًا من سلسلة الـ DNA واحد منهما يشتمل على معرفة والآخر متتالية عشوائية ولكنهما متساويان فيزيائيًا. كيف يمكن للمعرفة أن تصبح كما فيزيائيًا أساسيًا إذا كان شىء يحوزها والمماثل الفيزيائى له لا يحملها.

هذا ممكن لأن هذين الجزيئين ليسا متماثلين حقيقة. إنهما فقط يبدوان متماثلين عندما ينظر إليهما من بعض الأكوان مثل كوننا على سبيل المثال. دعنا ننظر إليهما مرة ثانية كما يبدوان من أكوان أخرى أنه لا يمكننا أن نلاحظ الأكوان الأخرى مباشرة إذ لا بد من استخدام النظرية.

نحن نعلم أن الـ DNA فى الكائن البشرى هو أمر بطبيعته يتصل بالتنوع العشوائى - التغير الإحيائى - فى متتابعة جزئيات T, A, C, G. وطبقًا لنظرية التطور، والتأقلم فى الجينات وبالتالى فإن وجود هذه الجينات يعتمد على تغير إحيائى يحدث. وبسبب التغير الإحيائى فإن أى جمهرة من الجينات، أى جينات، تشتمل على درجة من التنوع. والأفراد الذين يحملون جينات لها درجة عالية من التأقلم تميل إلى أن يكون لديها إثمار أو إخصاب أكثر من غيرها من الأفراد. معظم التنوعات فى الجنين يجعلها غير قادرة على أن تكون سببًا لإعادة النسخ لأن تتابع التغيير لم يعد قادرًا على توجيه تعليمات للخلية لصنع أى شىء مفيد. وآخرون يصنعون إعادة نسخ أقل شبها (لأنهم يُضيّقون كوة الجين).

إلا أن البعض ربما يحدث أن يشتملوا على تعليمات جديدة لصنع إعادة نسخ أكثر شبها. هذا التصنيف الطبيعى يحدث - مع كل جيل من التنوع وإعادة النسخ - أن تتسع درجة تأقلم الجينات التى بقيت حية. الآن شعاع كونى يحدث على سبيل الصدفة تغيراً إحيائيًا عشوائيًا عندما يصطدم بنا، وأيضًا ليس فقط فى جمهرة الكائنات الحية فى كون واحد ولكن فى الأكوان الأخرى. الشعاع الكونى هو عنصر دون ذرى عالى الطاقة وهو مثل الفوتون المنبعث من بطارية ضوئية، يرحل فى اتجاهات مختلفة وفى أكوان مختلفة. ولذا فعندما يصطدم عنصر إشعاعى بشريط DNA محدثًا تغير إحيائى فإن بعضا من نظائره فى أكوان أخرى تفتقد نسخها فى شريط الـ DNA أيضًا. بينما أخرى تصطدم به فى مواضع مختلفة محدثة تغيراً إحيائيًا مختلفًا. وهكذا فإن شعاعًا كونيًا واحداً يصطدم بجزئيات شريط DNA واحد ستحدث على وجه العموم مستوى كبيرا من التغير الإحيائى المختلف يظهر فى أكوان مختلفة.

عندما نأخذ فى اعتبارنا كيف يبدو شىء بعينه فى أكوان أخرى، يجب ألا ننظر بعيداً إليه فى متعدد الأكوان لأنه من غير الممكن التعّرف على نظير هذا الشىء فى كون آخر. خذ مثلاً جزء من الـ DNA فى بعض الأكوان لا توجد به جزئيات DNA على الإطلاق. فى بعض آخر تشتمل عليها ولكن غير متشابهة مع ما لدينا لدرجة أنه لا توجد طريقة للتعرف على أى جزء DNA فى أكوان أخرى الذى يتواصل مع تلك التى نعتبر أنها فى هذا الكون. ولا معنى لأن نسأل عن كيف يبدو جزء الـ DNA الخاص بنا فى مثل هذه الأكوان لذا يجب أن نأخذ فقط فى اعتبارنا الأكوان التى تتشابه بدرجة كافية مع كوننا حتى لا ندع مجالاً لظهور مثل هذا الغموض. مثلاً يمكننا أن نأخذ فى الاعتبار الأكوان التى توجد بها دببة والتى يمكن لعينه من الـ DNA لدب أن نضعها فى آلة تحليل تم برمجتها على طبع عشرة حروف تمثل بناء وضع معين له صلة بعلامات دالة على شريط DNA معين. والمناقشة التالية ستكون غير مؤثرة لو أننا اخترنا أى معيار آخر للتعرف على أجزاء الـ DNA المتواصلة فى أكوان قريبة..

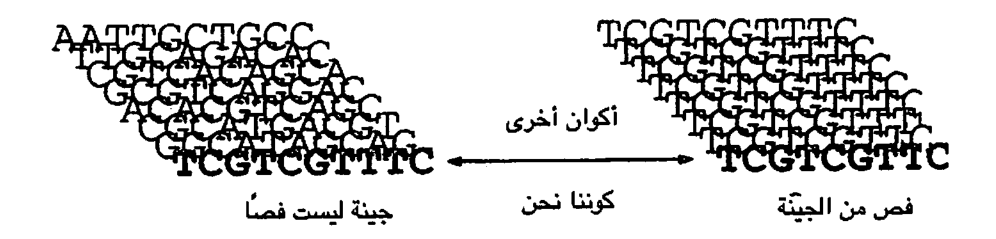
وبأى من تلك المعايير، فالجزء من جينات الدب لا بد لديه نفس المتتابعة فى تقريباً معظم الأكوان القريبة كما فى كوننا. وهذا بسبب افتراض أنها لها درجة عالية من التأقلم، وهذا يعنى أن معظم تنوعاتها لن تنجح فى أن تعيد نسخ ذواتها فى معظم تنوعات بيئاتها، ومن ثم لن تظهر فى موضع الـ DNA لدب يتمتع بالحياة. وعلى النقيض من ذلك فإن الجزء من الـ DNA الذى لا يحمل معرفة عندما يجتاز خبرة التغير الإحيائى، فإن الوجه المتغير أو المتعرض للتغيير يظل قادراً على أن يعاد نسخة. عبر أجيال من إعادة النسخ. كثير من التغير الإحيائى سوف يحدث وكثير منه لن يؤثر فى إعادة النسخ. ولهذا فإن جزء نفاية الـ DNA الذى لا يشبه نظيره فى الجين سوف يكون متغاير الخواص بالكامل فى الأكوان الأخرى. ربما يكون هذا التنوع الممكن لمتتابعاته ظاهراً بالتساوى معه فى الأكوان الأخرى (والذى نعنى به بالضرورة أن يكون على نحو مباشر عشوائى الطابع).

وهكذا فإن المشهد التعددى يكشف عن بناء فيزيائى إضافى فى DNA الدب. فى هذا الكون سوف يشتمل على جزيئين من المتتابعين TCGTCGTTTC واحد منها جزء من الجين والأخر ليس جزءاً فى أى جين فى معظم الأكوان القريبة. الجزء الأدل منهما ستكون له نفس المتتالية TCGTCGTTTC، والتى لن تكون كذلك فى عالمنا، أما الثانى سيختلف جداً بين الأكوان القريبة. وهكذا من حيث وجهة نظر التعدد فإن الجزيئين ليسا متشابهين حتى ولو عن بعد. (شكل ٨-١).

مرة أخرى أصبحنا فى حيز ضيق جداً ومساقين للخلاصة الزائفة بأن خاصية قدرتنا على حمل المعرفة تتشابه مع خاصية عدم القدرة على حمل المعرفة. وهذا ينعكس بالشك على مدى أساسية حالة المعرفة. ولكننا الآن قد اقتربنا من غلق الدائرة. يمكننا أن نرى أن الفكرة القديمة القائلة بأن المادة الحية لها خواص فيزيائية معينة كانت فكرة صادقة: إنها ليست المادة الحية ولكن المادة القادرة على حمل المعرفة هى المميزة

فيزيائيًا. فى كون واحد قد يبدو هذا غير عادى، وإنما عبر أكوان متعددة فسيكون بناءً عاديًا مثلما فى الماس عبر التعدد.

وهكذا فإن المعرفة هى كم فيزيائى أساسى بعد كل شىء، وكذا ظاهرة الحياة ولكن بدرجة أقل قليلاً. تخيل أنك تنظر من خلال ميكروسكوب إلكترونى لجزئيات DNA من خلية لدب محاولاً التمييز بين الجينات والمتتابعات. غير الجيدية، وقياس درجة التأقلم فى كل جين. فى أى كون واحد هذه المهمة تكون مستحيلة.



(شكل ٨- ١)

نظرة عبر متعدد الأكوان لاثنين من أجزاء الـ DNA

التى يحدث أن تكون متماثلة فى كوننا. واحد منهما فى جين والآخر فى عشوائية

واحدة من خواص الجين هى أنه - المتأقلم بدرجة عالية - يمكن الاستدلال عليه فى كون واحد ولكن بشكل معقد للغاية. إنه ذو طبيعة انبثاقية. يتوجب عليك عمل عدة نسخ من الـ DNA ، مع تعددات، واستخدام هندسة جنينية لخلق عدة دببة فى حالة جنينية لكل نوع من الـ DNA سامحًا لها أن تنمو وتعيش فى بيئات مختلفة ممثلة فى كوة الدب ثم ترى أيها الذى سينجح فى الإخصاب.

ولكن من خلال ميكروسكوب سحرى يمكننا من رؤية ما فى الأكوان الأخرى (وهو ما أضغط هنا على أنه مستحيل: نحن نستخدم النظرية فى التخيل لما نعرف أنه يجب أن يكون هناك) فإن المهمة ستكون سهلة. وكما فى شكل ٨- ١ فإن الجينات سوف تقف بين غير الجينات كما لو كان حقلاً مزروعًا بارزًا من خلال غابة فى صورة خيالية أو مثل البللور الذى كشفناه من حالة الذوبان. إنها من العاديات فى الأكوان القريبة، بينما كل أجزاء غير الجينات: أجزاء نفايات الـ DNA ليست من بين العاديات. وبالنسبة لدرجة التأقلم لدى جين ما فهذا تقريبًا من السهل تقديره. الجينات الأكثر تأقلمًا سوف تكون لها نفس البيئة فى مستوى أعرض من الأكوان. ستكون لها "بللورات" أكبر.

الآن اذهب إلى كوكب خارجى محاولاً العثور على الأشكال الحية المحلية هناك إذا كان ثَمّ. هذه مهمة صعبة للغاية. سوف تستلزم إقامتك لتجارب معقدة وحاذقة والتى تعتبر مخاطرها اللانهائية موضوعًا لعديد من قصص الخيال العلمى. ولكن لو أنك استطعت فقط النظر فى تلسكوب تعددى سوف تتضح لك الحياة وتوابعها فى طرفة عين. سوف تحتاج فقط للنظر لأى بنية معقدة تبدو شاذة فى أى كون واحد ولكنها متشابهة فى الأكوان القريبة منا. إذا وجدت شيئًا من ذلك فقد عثرت على شىء فيزيائى متضمن "معرفة". أينما توجد المعرفة فلا بد أن ثمة حياة، على الأقل فى الماضى.

قارن بين دب حى وبين المجموعة النجمية المسماة "الدب الأكبر". الدب الحى يتشابه تشريحيًا مع مثيلاته فى كثير من الأكوان القريبة. ليست فقط جيناته التى لها هذه الخاصية ولكن جسده كله (برغم أن مساهمات أجزاء جسده الأخرى، مثل وزنه مثلاً، تختلف كثيرًا عن الجينات بسبب، مثلا، فى أكوان مختلفة سيكون الدب ناجحًا بدرجة أقل أو أكثر فى البحث عن غذائه). ولكن فى مجموعة نجوم "الدب الأكبر" لن تكون هناك هذه "الخاصية" من كون إلى آخر. شكل المجموعة هو نتيجة الحالة الابتدائية للغازات المَجَرِيَّة (نسبة إلى المجرة) التى تشكلت منها النجوم. تلك الشروط

الابتدائية كانت عشوائية ومتنوعة جداً في الأكوان المختلفة، على المستوى الميكروسكوبى، وعملية تكون أو تشكل النجوم من هذا الغاز داخلها كثيرة وتنوعات من عدم الاستقرار الذى ساعد فى تضخيم والإفراط فى تلك التنوعات. وكنتيجة فإن نماذج النجوم التى نراها فى المجموعة توجد فى مستوى ضيق جداً من الأكوان. فى معظم الأكوان القريبة المختلفة عن كوننا هناك أيضًا مجموعة نجمية فى السماء ولكن ستبدو مختلفة.

فى النهاية دعنا ننظر إلى كوننا بطريقة مشابهة.ما الذى سيجذب عيننا المسحورة ويعزز ذلك؟ فى كون واحد فأكثر البِنيات التى تصدمنا هى المجرات وعناقيد المجرات لكن هذه الأشياء ليس لديها بنيات يمكن إدراكها عبر التعدد. ففى حين توجد مجرة فى كون واحد، فإن عدداً وافراً من المجرات تتراص فى متعدد الأكوان وهى مختلفة جغرافيًا. ولهذا فهى فى كل مكان من التعددية. الأكوان القريبة تتشابه فقط فى السمات الكبيرة، كما تتطلبه قوانين الفيزياء، التى تنطبق عليها جميعًا. ولذا فإن معظم النجوم تستقر بدقة فى المحيط السماوى فى التعددية، ومعظم المجرات لها شكل كروى أو إهليلجية (بيضاوية) الشكل. ولكن لا شىء يمتد بعيداً إلى داخل الأكوان الأخرى ومن أين يتم تغيير بنيوى غير ملحوظ. فيما عدا فى تلك الأماكن القليلة التى تشتمل على المعرفة. هذه الأشياء تمتد فيها عبر عديد من الأكوان بطريقة ملحوظة. ربما الأرض هى وحدها من هذا النوع فى كوننا فى الوقت الحالى. على أية حال فإن هذه الأكوان بالمعنى الذى وصفته كمواضع للعمليات - الحياة والفكر - هى التى ولدت التمييز الواسع فى الأكوان المتعددة.

اصطلاحات:

مـعـيـد النسـخ أو (ناسـخ) Replicator	خاصيته تسبب بيئات معينة لصنع نُسَخْ منه .
جين Gene	جزئ معيد نسخ. الحياة على الأرض تقوم على الجينات التى هى شرائط الـ DNA (الـ RNA فى حالة بعض الفيروسات).
ممه (جمعها ممّات) Meme	أى فكرة قابلة لاستنساخها، مثل "النكتة" أو النظرية العلمية.
كوة Niche	كوة أى معيد نسخ هى مجموعة كل البيئات المكنة التى يستطيع معيد النسخ أن يكون سببًا فى إعادة نسخ ذاته. كوة الكائن سـببًا فى عادة نسخ ذاته. كوة الكائن الحى هى مجموعة البيئات المكنة وطرازات الحياة التى يستطيع أن يحيا فيها ويعيد إنتاج نفسه (أو يثمر أطفالاً له)(*)
التأقلم: Adaptation	درجة تأقلم معيد النسخ مع كوته هى الدرجة التى يستطيع فيها معيد النسخ أن يعيد فيها نسخ ذاته فى هذه الكوة. وبشكل أكثر عمومية: تأقلم خاصية مع كوتها يعنى احتواءها أو تضمنها المعرفة التى تتسبب فى قيام هذه الكوة بالحفاظ على وجود تلك المعرفة.

(*) المعنى المقصود هو الإثمار والتكاثر. (المترجم)

الخلاصة :

التقدم العلمى منذ جاليليو يبدو أنه رفض الفكرة القديمة القائلة بأن ظاهرة الحياة هى ظاهرة أساسية فى الطبيعة. لقد كشفت عن المدى الواسع للكون بالمقارنة مع المحيط الحيوى للأرض. البيولوجيا الحديثة يبدو أنها أكدت هذا الرفض من خلال شرح الحياة بمصطلحات الجزئيات معيدات النسخ والجينات التى يحكم سلوكها نفس قوانين الفيزياء عند تطبيقها، على المادة غير الحية. ومع ذلك تشترك الحياة مع مبدأ أساسى فى الفيزياء ألا وهو مبدأ تورنج والذى يعدّ الوسيلة التى من خلالها لوحظت الحقيقة التقديرية لأول مرة فى الطبيعة. وأيضًا من الظهور، فإن الحياة هى عملية لها معنى على المستوى الكبير للزمان والمكان كليهما. مستقبل سلوك الحياة هو الذى سيحدّد السلوك المستقبلى للنجوم والمجرات. والبنية المعتادة فى مستواها الأكبر عبر الأكوان توجد حيث توجد المادة القادرة على حمل المعرفة كما ظهرت مثلاً: الأدمغة أو جينات أجزاء الـ DNA.

هذه الصلة المباشرة بين نظرية التطور والنظرية الكمية تبدو لعقلى واحدة بين الصلات غير المتوقعة وأكثرها صدمة من العلاقات بين الأفرع الأربعة. الأخرى هى وجود نظرية كمية جوهرية للحوسبة هى التى تحدد وجود نظرية الحوسبة. هذه الصلة هى موضوع الفصل التالى.

الفصل التاسع

الكمبيوترات الكمية

يبدو تعبير "الحوسبة الكمية" كأنه - لمن هو جديد على الموضوع - اسم لتقنية جديدة، وربما الأحدث في التطورات الملحوظة في عالم الحوسبة الآلية، والحوسبة الإلكترونية ومدّها بالترانزستورات والشرائح السيليكونية "chips" للحوسبة ... إلخ.. ومن الصحيح أنه حتى في تقنية الكمبيوترات الموجودة أنها تقوم على عمليات ميكانيكية كمية ميكروسكوبية (بالطبع كل العمليات الفيزيائية هي من قبل الميكانيكا الكمية، ولكنني أعني هنا العمليات التي تعطي لها الفيزياء الكلاسيكية أي غير الكمية. تنبؤات غير دقيقة بالكامل). إذا كانت النية الاتجاه إلى ما هو أسرع، والهارد وير للكمبيوتر الأصغر وعندما يستمر كل ذلك فلا بد للتقنية في هذا المجال أن تكون أكثر "ميكانيكة كمية" بهذا المعنى، لأن تأثيرات ميكانيكا الكم تهيمن بكفاءة على كل الأنظمة الصغيرة.

وإن لم يكن لها أكثر من ذلك فإن الحوسبة الكمية يمكنها أن تجسد بصعوبة أي تفسير لنسيج الحقيقة له طابع أساسي لأنه لن يكون هناك جديد فيما هو أساسي فيها، وأيا ما كانت عمليات الميكانيكا الكمية التي تمارسها كمبيوترات اليوم فهي ليست إلا مجرد تطبيقات في تقنية مختلفة لنفس الفكرة الكلاسيكية، التي تتحصل في ماكينة تورنج العالمية. ذلك هو سبب أن "إعادة العرض" في الحوسبة المتاحة التي تقدمها الكمبيوترات القائمة حاليًا هي بالضرورة نفس الفكرة. تختلف عنها فقط في سرعتها وقدرتها التخزينية وميزات المدخلات والمخرجات فيها. ويمكننا أن نقول ذلك على أدنى مستوى فيها "كمبيوتر المنزل"، إذ يمكن برمجته ليحل أي مشكلة، أو يحاكي أي بيئة مثله مثل أقوى كمبيوتر. وذلك بمجرد تزويده بطاقة ذاكرة إضافية والهارد وير المناسب لتحقيق النتائج المرجوة.

الحوسبة الكمية أكثر من مجرد تقنية أسرع وأكثر منه فيما يمكن إضافته كأدوات مساعدة لآلات تورنج. الكمبيوتر الكمي هو آلة تستخدم تأثيرات ميكانيكية كمية مختلفة، لتقوم بطرازات حوسبة جديدة كلّيةً يستحيل عملها بأي ماكينة لتورنج، حتى

من حيث المبدأ وبالتالى تستحيل على كمبيوتر كلاسيكى. ولذلك فإن الحوسبة الكمية لا تقل عن كونها طريقة جديدة مميزة فى تسخير الطبيعة.

دعنى أفصل هذه المقولة. لقد كانت الابتكارات الأولى هى أدوات يتم تحريكها بواسطة عضلات البشر كان ذلك بمثابة ثورة فى أحوال أسلافنا، لكنهم عانوا كثيرًا من محدودية ما تتطلبه من الجهد وتوجيه الانتباه لتلك الأدوات فى كل لحظة فى وقت استخدامها. التقنية التالية لذلك تغلبت على هذه المحدودية: قام الجنس البشرى باستئناس بعض الحيوانات والنباتات محولة بذلك "التأقلم" الذى تحياه فى بيئتها الطبيعية لنهايات بشرية. بمعنى أن المحاصيل تنمو وكلاب الحراسة تراقب حتى لو كان أصحابها نائمين فى أسرّتهم ثم هناك تقنية أخرى بدأت حين ذهب الجنس البشرى إلى ما وراء استخدام التأقلم الكائن (والظواهر غير البيولوجية مثل النار)، وإنشاء نوع جديد من التأقلم فى العلم فى شكل صنع الفخار، قوالب الطوب، العجلات، الآلات المعدنية ولكى يفعلوا ذلك كان عليهم التفكير وفهم القوانين الطبيعية التى تحكم العالم والتى تتضمن - كما قلت آنفًا - ليس فقط وجهها الاصطناعى الظاهر بل نسيج الحقيقة القائم وراء الطبيعة الظاهرة. وهنا مرت آلاف السنوات من التقدم فى هذا النوع من التقنية: تسخير بعض المواد وإجبار وحفز الفيزياء. ثم أضيف إلى تلك القائمة فى القرن العشرين "المعلومات"عندما أتاحت الكمبيوترات عمليات معقدة للمعلومات تجرى خارج مخ الإنسان. الحوسبة الكمية التى هى الآن فى مرحلتها الاستهلالية الباكرة هى خطوة أخرى جديدة مميزة فى طريق هذا التقدم. إنها ستكون أول تقنية تسمح بتحقيق مهام ذات فائدة بالتعاون بين الأكوان المتوازية. الكمبيوتر الكمى سيكون قادرًا على توزيع مكونات لها مهام معقدة بين عدد واسع من الأكوان المتوازية ومن ثم يحوز نصيبه من النتيجة التجميعية.

لقد ألمحت بالفعل إلى معنى "عالمية الحوسبة" - حقيقة أن كمبيوتر فيزيائى ممكن واحد، وبإعطائه زمنًا وذاكرة كافيين، يمكنه أن يحقق الحوسبة التى يستطيع أى

كمبيوتر فيزيائى أخر أن يحققها. القوانين الفيزيائية كما نعرفها وكما هو السائد بيننا تسمح بالحوسبة العالمية. ومع ذلك ولكى يكون الأمر أكثر فائدة وأكثر معنى فى المخطط العام للأشياء فإن العالمية كما عَرّفتها حتى الآن ليست كافية. إنها مجرد أن يقوم الكمبيوتر العالمى بأداء أيا مما يستطيعه أخيرًا أى كمبيوتر آخر. وبكلمات أخرى: إعطاء وقت كاف هو عالمية. ولكن ماذا إذا لم يعط الوقت الكافى؟ تخيل كمبيوتر عالمى يستطيع أن ينفذ عملية حوسبة واحدة على مدى طول عمر الكون هل تبقى عالميته تلك كخاصية شامخة للحقيقة؟ من المفترض أن الأمر ليس كذلك.

ولكى نضع هذا بشكل أكثر عمومية فإن المرء يستطيع أن ينتقد هذا الجزء الضيق من مفهوم العالمية لأنها تصنف المهمة القائمة فى "إعادة العرض" للكمبيوتر بعيداً عن المصادر الفيزيائية التى سيستهلكها الكمبيوتر فى تحقيقه للمهمة. وفى هذا، على سبيل المثال، قد أخذنا فى اعتبارنا مستخدم "الحقيقة التقديرية"، الذى يتهيأ للمضى فى تحريك أو إحياء موقف لبلايين السنين، بينما يحسب الكمبيوتر ما الذى سيعرضه بعد ذلك. فى مناقشة الحدود القصوى للحقيقة التقديرية، وهو الأسلوب الصحيح الذى يتوجب اتباعه. ولكن عندما نهتم بفائدة الحقيقة التقديرية – أو ما هو أكثر أهمية ألا وهى القاعدة الأساسية التى تجرى فى الحقيقة التقديرية – يجب أن نكون أكثر دقة وحذق. التطور لم يكن ليظهر على الأرض، إذا كانت مهمة محاكاة بعض خصائص السكان الأولين البسطاء لم تكن قابلة للتشكل (بمعنى: إمكانية حوسبتها فى زمن معقول) بالاستخدام السهل للجزئيات المتاحة مثل الكمبيوترات، وبالمثل فإن العلم والتقنية لم يكونا ليظهرا أبدًا على الأرض فيما لو احتاج تصميم أداة حجرية آلاف السنين من التفكير. والأكثر من ذلك، الذى كان صحيحًا منذ البداية ظل شرطًا مطلقًا للتقدم فى كل خطوة فيه. عالمية الحوسبة لم تكن لتكون مهمة فى مجال الجينات، أيا ما كان ما تحويه من معلومات إذا كانت محاكاة نظمها من قبيل المهام غير القابلة للتشكل، قل: إذا كان ثمة دائرة واحدة منتجة سوف تستغرق بلايين السنين.

ومن هنا كانت حقيقة وجود نظم معقدة، وأن ثمة تطور فى التقدم التدريجى للمبتكرات والنظريات العلمية (مثل ميكانيكا جاليليو، وبعدها ميكانيكا نيوتن، فميكانيكا أينشتاين ثم ميكانيكا الكم... وهلم جرا) التى تحكى لنا المزيد عن أى نوع من الحوسبة العالمية الموجود فى الحقيقة. وأن القوانين الحالية فى الفيزياء، حتى الآن على الأقل، ناجحة تقريبًا مع النظريات التى تعطينا تفسيرات أجود وتنبؤات أحسن، وأن مهمة اكتشاف كل نظرية، مع الأسبق عليها يصبح قابلاً للتشكل حوسبيًا، ومع القوانين السابق معرفتها والتقنية السابقة المتاحة. إن نسيج الحقيقة كما كانت دومًا، لا بد أن يكون فى شكل طبقات قابلة للنجاح فى استخدامها وبالمثل تحكى لنا، إذا فكرنا فى التقدم ذاته كحوسبة، أن ثمة كثير من النظم الحية مشفرة من خلال الـ DNA تسمح بتبنى أفضل لحوسبتها (مثل أن تظهر) باستخدام المصادر التى تمدنا بها أسلافها الأسوأ فى مجال التكيف أو التأقلم. ومن ثم نستطيع أن نستنتج أن قوانين الفيزياء، بالإضافة لوضع فهمها الثورى تحت سيطرة مبدأ تورنج، لتأكيد تناغم عملياتها الثورية، مثل الحياة والتفكير، لا تحتاج أو تستهلك وقتًا طويلاً أو تتطلب مصادر عديدة من أى نوع أخر لتحدث فى الواقع (الحقيقة).

وهكذا فإن قوانين الفيزياء لا تسمح فقط (أو تتطلب كما ناقشت توا) بوجود الحياة أو التفكير، بل أنها تتطلب "الكفاءة" لكى يوجد أى منهما وذلك بمعنى مناسب. وللتعبير عن هذه الخاصية القاسية للحقيقة، فإن التحاليل الحديثة للعالمية تسلم بأن الكمبيوترات لا بد أن ينظر إلى عالميتها بمعنى أقوى مما يفعله مبدأ تورنج، وعلى السطح من ذلك يتطلب الأمر ليس فقط أن مولدات الحقيقة التقديرية ممكنة، إنما يمكن بناؤها بحيث لا تتطلب مصادر طبيعية عديدة بشكل غير عملى لمحاكاة أوجه بسيطة للحقيقة. منذ الآن فصاعداً سأعنى بالعالمية ذاك المعنى ما لم أشر لغير ذلك.

فقط كيف نعطى أوجها للحقيقة ليتم محاكاتها بكفاءة؟ وبكلمات أخرى ما هى الحوسبة الممكن إجراؤها فى وقت محدد وعبر ميزانية معطاة؟ هذا هو السؤال

الأساسى لنظرية الحوسبة المعقدة، التى كما أسلفت، هى دراسة المصادر المتطلبة لتحقيق مهمات حوسبية معنية. نظرية "التعقيد" ليست مدمجة بشكل جيد مع الفيزياء بدرجة تكفى لإعطائنا عديداً من الإجابات المحددة ومع ذلك فقد أعطتنا قدرًا معقولاً فى طريق التفرقة السهلة والمبدئية بين ما هو قابل للتشكل وما هو غير قابل له. والاقتراب العام تم توضيحه جيداً من خلال مثال. تخيل مهمة ضرب رقمين كبيرين فى بعضهما مثلاً ٤,٢٢٠,٨٥١ فى ٢,٥٩٤,٢٠٩ الكثير منا يتذكر الطريقة التى تعلمناها حين كنا أطفالاً لتحقيق هذه العملية. إنما تتطلب ضرب كل عدد مفرد (أقل من عشرة) من الرقم الكبير الأول فى مثيله من الرقم الكبير الثانى وبعمليات تبديل وإضافة بطريقة قياسية معينة نحصل على النتيجة التى هى فى هذه الحالة: ١٠,٩٤٩,٧٦٩,٦٥١,٨٢٩ . الكثير منا قد يأنف من استنتاج أن مثل هذا الإجراء المرهق يجعل من عملية الضرب من قبيل ما هو "قابل للتشكل" بأى معنى عادى للكلمة (فى الحقيقة ثمة طرق عديدة كفؤه لضرب الأرقام الكبيرة فى بعضها، ولكن هذا المثل يمدنا بإيضاح جيد). ولكن من وجهة نظر "نظرية التعقيد" المتعلقة بالمهام الكبيرة التى يقوم بها الكمبيوتر، فإن هذه ليست من دواعى الضجر، وتكاد لا تخطئ أبداً فى أن هذه الطريقة تفشل على مستوى "القابلية للتشكل".

الذى يهم بالنسبة للقابلية للتشكل، وفقًا للتعريفات القياسية لها، ليس الوقت الفعلى الذى تستغرقه عملية الضرب لرقمين معينين أيهما فى الآخر، وإنما أن هذا الوقت لا يتزايد بحدّه عندما نطبق نفس الطريقة حتى على أرقام أكبر من هذين الرقمين. ربما، ومن المدهش، أن هذه تعد طريقة غير مباشرة لتعريف قابلية التشكل. وبشكل عملى للكثيرين (وإن كانوا ليس الكل) فيما يخص المستويات المهمة للمهام الحوسبية. على سبيل المثال: مع عملية الضرب يمكننا أن نرى بسهولة بأن الطريقة القياسية يمكن استخدامها فى ضرب أرقام قل مثلاً أنها أكبر عشر مرات من تلك التى مثلنا بها، بمزيد من العمل الإضافى، ذلك أن كل عملية ضرب أولية لعدد مع الآخر

سوف تستغرق فى كمبيوتر معين ميكروثانية واحدة (شاملة لكل العمليات الأخرى من تبديلات وخلافه التى تتلو أية عملية ضرب أولية). عندما نضرب الرقم المكون من سبع أعداد ٤,٢٢٠,٨٥١ فى الرقم الآخر ٢,٥٩٤,٢٠٩ فكل عدد من السبعة أعداد سيضرب فى عدد من السبعة الأخرى. ومن ثم فإن الوقت الكلى لهذه العملية (إذا تمت العملية بشكل تتابعى) سيكون سبع مرات السبعة أو ٤٩ ميكروثانية. فإذا أدخلت الكمبيوتر الرقم الذى افترضنا أنه أكبر من ذلك عشر مرات ليتم ضربه فى مثيل له، والذى سيتكون من ثمانية أعداد، فإن الوقت المتطلب لإتمام العملية سيكون ٦٤ ميكروثانية أى بزيادة مقدارها ٣١٪.

من الواضح أن أرقامًا من مستوى أكبر، متضمنًا أى رقم أمكن قياسه إطلاقًا كقيمة فى التنوع الفيزيائى، يمكن ضربه فى شريحة رفيعة من الثانية. ومن هنا فإن عملية الضرب من قبيل العمليات القابلة للتشكل بالطبع لكل أغراض الفيزياء. (أو على الأقل للفيزياء القائمة). وأعترف بإمكانية ظهور أغراض أكثر عملية لضرب أكبر كثيرًا خارج الفيزياء. مثل إنتاج الأرقام الأولية لعدد ١٢٥ (من الأعداد دون العشرة) أو غيرها والتى هى مثيرة بالنسبة للعاملين فى فك الشفرات. آلتنا الافتراضية ستكون قادرة على ضرب رقمين أوليين كأولئك منتجة لأرقام من ٢٥٠ عدد دون العشرة، وذلك فى حوالى بضعة مئات من أجزاء الثانية. وفى ثانية واحدة يمكنه إنجاز عملية ضرب رقمين من ١٠٠٠ عدد دون العشرة، حتى الكمبيوترات الحقيقية اليوم يمكنها بسهولة تحقيق الأمر فى مثل هذا الوقت. فقط بعض الباحثين فى أفرع – مفهومة لفئة قليلة فقط – من الرياضة البحتة هم الذين يستمتعون بعمل مثل هذه العمليات الواسعة وغير المفهومة من عمليات الضرب. ونحن نرى حتى الآن أنه حتى هؤلاء لا سبب لديهم للنظر إلى عملية الضرب على أنها قابلة بالتأكيد للتشكل.

وبالتناقص مع ذلك، فإن عملية التحليل إلى العوامل الأولية هى على العكس من عملية الضرب وتبدو أكثر صعوبة. المرء يبدأ برقم نقوم بإدخاله مثل

١٠,٩٤٩,٧٦٩,٦٥١,٨٥٩ والمهمة هى معرفة الأرقام التى بضربها فى بعض تنتج لنا هذا الرقم وبما أننا قمنا بضربها فعلاً فإننا نعرف أن الإجابة فى هذه الحالة ستكون ٤,٢٢٠,٨٥١ و ٢,٥٩٤,٢٠٩ (وبما أنهما أعداد أولية فهى الإجابة الوحيدة الصحيحة). ولكن بدون هذه المعلومة الداخلية، كيف يمكن العثور على الحقيقة أو المعاملات الأصلية؟ سوف تبحث عبثًا فى ذكريات طفولتك عن أى طريقة سهلة، ولن تجد.

أبسط طريقة للتحليل هنا هو أن تقسم الرقم على كل معامل ممكن بدءًا من الرقم ٢ واستمرارًا مع الأرقام الفردية كلها حتى يمكن لأحدها أن يقسم الرقم بالضبط. افترض على الأقل أن واحدًا من المعاملات (مثل أن الرقم الذى أدخلناه لم يكن أوليًا) لم يعد أكبر من الجذر التربيعى للرقم الذى أدخلناه، وأنه يمكنه تقدير إلى أى مدى ستستغرق العملية. فى حالة ما اعتبرنا أن كمبيوترنا يمكنه العثور على الرقم الأصغر ٢,٥٩٤,٢٠٩ فى حوالى ما لا يزيد عن الثانية، فإن أى مُدخل أكبر(*) بعشرات المرّات سيكون له جذر تربيعى أكبر بحوالى ثلاث مرات على سبيل المثال. وعلى الرغم من أن المعادلة المتصلة بذلك معروفة، فإن صعوبة تطبيقها فى الحالات الفعلية شديدة ومشهورة. هذه الصعوبة قد لفتت الانتباه مؤخرًا فى الكتب الشعبية والمقالات إلى "الفوضى: Chaos" وما يعرف بـ "تأثير الفراشة" هذه التأثيرات ليست مسئولة عن عدم القابلية للتشكل التى كانت تدور فى رأس فاينمان(*) Faynman، لسبب بسيط يتمثل فى أنها كانت تقع فى الفيزياء التقليدية، أى فى الحقيقة طالما أن الحقيقة عبارة عن ميكانيكا كمية. ومع ذلك أريد أن أضع هنا بعض الملاحظات عن "فوضى" الحركات

(*) ريتشارد فاينمان Richard Phillips Feynman (١٩١٨ - ١٩٨٨) فيزيائى أمريكى نظرى، إلى جانب أبحاثه المهمة فى "ميكانيكا الكم" والتى حصل بسببها على جائزة نوبل مع آخرين عام ١٩٦٥، فقد استكمل قبل وفاته بناء النظرية السابقة عليه أصلاً وحل بعض معضلاتها، وذلك من بين أبحاث عديدة أخرى. (المترجم)

التقليدية، إذا أريد فقط توجيه ضوء حقيقى على السمات المختلفة للتقليدية وكمومية عدم قدرتها على التنبؤ.

نظرية "الفوضى" تدور حول حدود القابلية للتنبؤ فى الفيزياء التقليدية، ومأخوذة من جذر الحقيقة القائلة أن معظم المنظومات الكلاسيكية كانت غير مستقرة على الدوام. وعدم الاستقرارية المقصودة هنا ليس له علاقة بنيّة السلوك بعنف أو بدون اندماجية، ولكن تدور حول الحساسية الفائقة للشروط المبدئية. افترض أننا نعرف الحالة الحاضرة لأى منظومة فيزيائية مثل مجموعة كرات بلياردو تتدحرج على مائدة. إذا كانت المنظومة تتبع الفيزياء التقليدية لدرجة تقريبية جيدة، فلا بد سنكون قادرين على تحديد سلوكها المستقبلى، مثل اتجاه أى كرة نحو الحفرة أو لا وذلك من خلال قوانين الحركة المتصلة بذلك، تمامًا مثلما نفعل بتنبؤنا عن الخسوف والاقترانات الكوكبية من نفس قوانين الحركة. ولكن من الناحية العملية لن نكون قادرين أبدًا على قياس الشروط المبدئية ولا سرعة الضوء بكفاءة. وهنا يبرز السؤال: إذا كنا نعرفها بدرجة معقولة من الضبط، هل يمكننا أيضا التنبؤ بنفس الدرجة المعقولة من الضبط، كيف سيكون سلوكها فى المستقبل؟ والإجابة عادة ما تكون أننا لا نستطيع. الفرق بين المسار المنحنى الحقيقى، والمسار المنحنى المتنبؤ به لكوكب، يتم حسابه من قائمة معلومات غير دقيقة، وينحو للنمو بطريقة رأسية وغير منتظمة (بفوضوية) مع الزمن، لدرجة أنه بعد فترة ستكون المعرفة الأصلية عن الوضع والتى تعتبر أساسية فيها، فى حالة غير صحيحة بدرجة طفيفة، غير صالحة لقيادتنا على الإطلاق إلى كيف سيكون ما يفعله النظام. تطبيق تنبؤات الكمبيوتر على الحركات الكوكبية، أعنى خلاصة الفيزياء التقليدية وقابليتها للتنبؤ، ليست مقياس للنظم التقليدية. لكى نتنبأ بنظام تقليدى سوف يتم بعد فترة زمنية متوسطة، على المرء أن يحدد شروطه المبدئية لدرجة عالية الأحكام وليست غير صالحة ولو بدرجة طفيفة. وهكذا يقال عنه من حيث المبدأ إن رفرفة جناح الفراشة فى جو أى

كوكب يمكن أن تحدث إعصارًا فى جو كوكب آخر. إن صعوبة التنبؤ بالجو تتصل بصعوبة الاعتماد على كل فراشة على الكوكب.

ومع ذلك فإن الأعاصير الفعلية والفراشات الحقيقية تطيع نظرية ميكانيكا الكم وليس الميكانيكا الكلاسيكية وعدم الاستقرار الذى سرعان ما ستضخِّم بدرجة قليلة من عدم التوصيف فى الحالة المبدئية التقليدية ليس ببساطة ملمحًا من النظم الميكانيكية التقليدية. فى ميكانيكا الكم ثمة انحراف قليل عن الحالة المبدئية الموصوفة يسبِّب بدوره انحرافًا عن الحالة النهائية المتنبأ بها. بدلاً من التنبؤ الدقيق الذى يجرى بصعوبة بسبب تأثير مختلف.

قوانين ميكانيكا الكم تتطلب موضوعًا له موقعًا معينا (فى كل الأكوان) لكى يبرز أو ينتشر فى أكوان متعددة. على سبيل المثال فإن فوتونا وكل نظرائه فى كون آخر كلها تبدأ من نفس النقطة فوق خيط متوهج ثم بعدها تتحرك إلى تريليون اتجاه مختلف. وفيما بعد لو أجرينا قياسًا لما حدث سيقع اختلاف فيما بيننا فى القياس تبعًا لما يراه كل منسوخ منا فيما حدث فى عالمنا الخاص. إذا كان الأمر المثار هو جو الأرض. فربما يحدث الإعصار فى ٣٠٪ من العوالم، مثلاً، وليس فى الـ ٧٠٪ الباقية. وبموضوعية، نحن نفهم ذلك من خلال مفرز واحد فى شكل عشوائى وغير قابل للتنبؤ، ولو أنه من خلال وجهة نظر متعدد الأكوان فإن كل المفرزات قد وقعت بالفعل فى هذا المتعدد الأكوان المتوازية وهو السبب الحقيقى فى عدم قابلية الجو للتنبؤ. وعدم قابليتنا لقياس الشروط المبدئية بدقة هو أمر لا صلة له بالأمر إطلاقًا. حتى لو عرفنا الشروط المبدئية بالكامل فسوف يبقى التعدد وبالتالى عدم التنبؤ، ومن الناحية الأخرى، وبالتناقض مع الوضع التقليدى فإن التعدد المتخيل مع شروط مبدئية مختلفة قليلاً لن تسلك باختلاف كبير عن التعدد الفعلى. سوف تعانى الأعاصير فى ٣٠,٠٠٠٠٠١٪ من الأكوان والتى لن تقع فى ٦٩,٩٩٩,٩٩٩٪ الباقية.

رفرفة أجنحة الفراشات لا تُحدث الأعاصير فى الحقيقة بسبب اعتماد الفوضى أو العشوائية التقليدية على غاية محددة، وهى غير الموجودة فى عالم واحد، اعتبر مثلاً مجموعة من الأكوان المتماثلة فى لحظة ما من كل منها ترفرف فيها فراشة بجناحيها، ثم مجموعة ثانية من الأكوان كانت فى نفس اللحظة متماثلة مع المجموعة الأولى فيما عدا أن الفراشة فيها لم ترفرف أو كانت ساكنة. انتظر لعدة ساعات فإن ميكانيكا الكم تتنبأ بالآتى:

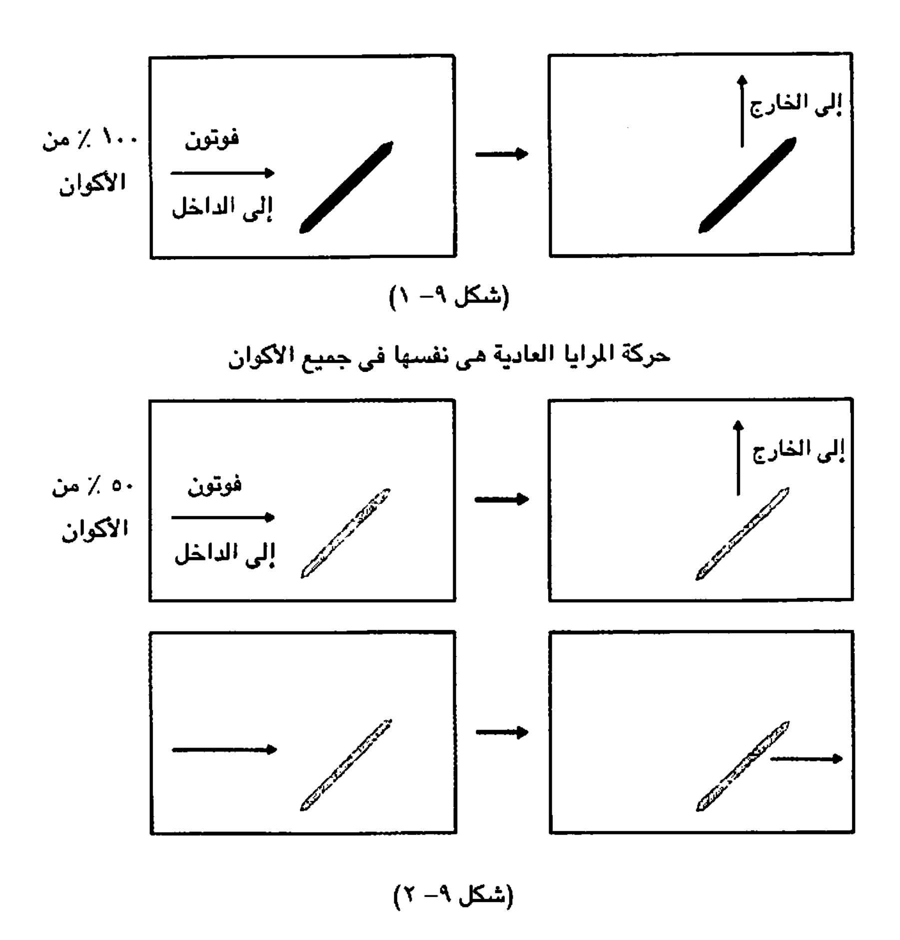
ما لم تكن هناك ظروف استثنائية مثل شخص يراقب الفراشة وفى نفس الوقت يضع إصبعه على زر لتفجير قنبلة ذرية ليضغط عليه فور أن تبدأ الفراشة فى الرفرفة، مجموعتى الأكوان اللواتى كن فى البداية متماثلتين تقريبًا، سوف يظلان كذلك ولكن كل مجموعة مع نفسها ستختلف كثيرًا عن المجموعة الأخرى. وذلك بما فيه الأكوان التى وقعت فيها الأعاصير، وتلك التى لم تقع فيها، وحتى عدد قليل من الأكوان التى قامت فيها الفراشة فى وقت متزامن بتغيير نوعها من خلال إجراءات عارضة لكل ذراتها، أو لأن الشمس قد انفجرت لأن كل ذراتها قد طردت صدفة كرد فعل للذرات الانفجارية التى وقعت فى قلبها. وحتى فى هذه الحالة ستظل المجموعتان متشابهتين بدرجة عالية. فى الأكوان التى رفرفت فيها الفراشة ومن ثم وقعت الأعاصير، لم تكن الأعاصير متنبأً بها، ولكن الفراشة لم تكن مسئولة عن ذلك عمدًا، لأن أعاصير أخرى قريبة الشبه من تلك قد وقعت فى أكوان يتشابه كل شىء فيها مع الأولى فيما عدا أن أجنحة الفراشة كانت ساكنة.

مما يستحق تأكيده عليه هنا هو التمييز بين عدم القابلية للتنبؤ وعدم القابلية للتشكل. عدم القابلية للتنبؤ ليس له صلة بمصادر الحوسبة المتاحة. النظم التقليدية هى من قبيل غير القابلة للتنبؤ (ولا بد أن تكون كذلك لو كانت موجودة) بسبب حساسيتها إزاء الشروط المبدئية. النظم الكمية ليست لديها هذه الحساسية، ولكنها غير قابلة للتنبؤ بدورها بسبب سلوكها المختلف فى أكوان مختلفة، والذى بسببه يبدو الأمر عشوائيًا فى

معظم الأكوان. فى أى من الحالتين هل ثمة كمية من الحوسبة سوف تقلل من عدم القابلية للتنبؤ؟ وعلى النقيض من ذلك تكون القابلية للتشكل أمر يمكن التنبؤ به. إنها تشير إلى حالة يمكن فيها التنبؤ بسهولة إذا استطعنا أن نحقق الحوسبة المطلوبة، ولكننا لا نستطيع لأن الوسائل المطلوبة تجريبيًا ذات قدر كبير. ومن أجل حل المعضلة، معضلة عدم القابلية للتنبؤ لا بد أن نأخذ فى اعتبارنا النظم الكمية التى هى من حيث المبدأ، قابلة للتنبؤ.

عادة ما يتم تقديم نظرية الكم على أنها تصنع تنبؤات احتمالية، على سبيل المثال فى حالة الحائل المثقوب والشاشة فى تجربة التداخل الموصوفة فى الفصل ٢، فإنه يمكن ملاحظة وصول الفوتون فى أى مكان من الجزء المشرق من نموذج الظل. ولكن من المهم فهم أنه فى تجارب أخرى كثيرة تتنبأ نظرية الكم بمخرج واحد محدد. وبكلمات أخرى فهى تتنبأ أن كل الأكوان سوف تنتهى إلى نفس المخرج أو النتيجة، حتى لو كانت مختلفة عن بعضها فى نفس وقت مراحل التجربة، كما تتنبأ بكيف ستكون عليه هذه النتيجة. فى مثل هذه الحالات لن نلاحظ ظاهرة تداخل غير عشوائية. يستطيع "المدخال"(*) أن يبرهن على هذه الظاهرة بوضوح، وهو جهاز بصرى مكون أساسًا من مرايا هى كذلك من الناحية الاصطلاحية (شكل ٩-١) ومرايا نصف مفضضة (كتلك التى تستحضر فيها الخدع والألعاب من نوعية "بوليس ستيشنز Po-lice stations" كما تظهر فى الشكل ٩- ٢).

(*) المدخال عبارة عن جهاز لقياس التداخل ولتحديد طول الموجه ومعامل الانكسار (المترجم).



(شكل ٩- ١)

حركة المرايا العادية هى نفسها فى جميع الأكوان

(شكل ٩- ٢)

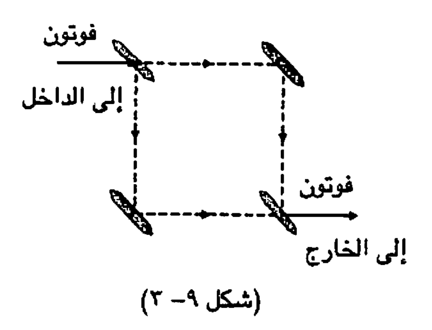
المرايا نصف المفضضة تصنع مبدئيًا نفس الاختلاف

فى العوالم فى كل مجموعتين متكافئتين منها، فيما عدا اختلاف وحيد يتحصل

فى المسار الذى يتخذه فوتون واحد.

إذا اصطدم فوتون بمرآة نصف مفضضة فضية، فهو فى نصف الأكوان سيرتد أو يثب بحيوية كما لو كانت مرآة تقليدية ولكنه فى النصف الآخر سيمر خلالها كما لو أن شيئًا ليس هناك.

إن فوتونا واحدا سيدخل المدخال فى أعلى اليسار كما هو فى الشكل ٩- ٣ فى كل الأكوان التى تجرى فيها التجربة، الفوتون ونظرائه سوف يرتحلون إلى المدخال بنفس الطريق. هذه الأكوان متشابهة. ولكن بمجرد أن يصطدم الفوتون بمرآة نصف مفضضة، فإن الأكوان المتشابهة تتحول إلى أكوان متفرقة أو متمايزة. فى نصفها يمر الفوتون مباشرة فى الجانب العلوى من المدخال. وفى الأكوان الباقية يرتد أو يثب بحيوية إلى الجانب الأسفل الأيسر من المدخال. الوجه البادى للفوتون فى هاتين المجموعتين يصطدم ويرتد أو يثب بحيوية فى المرايا العادية فى الجانب الأعلى الأيمن وفى الجانب الأيسر منها على التوالى. وهكذا ينتهى بالوصول متزامنًا فى المرآة شبه الفضية فى الجانب الأسفل الأيمن ويتداخل مع كل منهم. تذكر أننا أدخلنا فوتونًا واحدًا فى الأدوات، وفى كل كون سيظل هناك فوتونًا موجودًا. فى كل الأكوان اصطدم الفوتون فى أسفل يمين المرآة. فى نصفها فقد اصطدم بها من اليسار. وفى نصفها الآخر اصطدم فى أعلاها. أوجه الفوتون فى هذه المجموعات من الأكوان تتداخل بقوة.



(شكل ٩- ٣)

فوتون واحد يمر خلال مدخال. أوضاع المرايا

(فى المرايا التقليدية ذات اللون الأسود) بينما فى المرايا نصف المفضّضــة

(ذات اللــون الرمــادى). يمكن ضبطهــا حتــى يحــدث التداخل بين وجهى الفوتون

(فى مختلف الأكوان) آخذًا (كليهما) نفس طريق الخروج من المرآة شــبه المفضّضة السفلى.

النتيجة الكلية تعتمد على الوضع الهندسى للحالات ذاتها، ولكن فى الشكل ٩- ٣ تظهر حالة الفوتون فى كل الأكوان منتهيًا باتخاذ الطريق الذى يشير إلى اتجاه اليمين خلال المرآة ولكن لا ينتقل أو ينعكس إلى الأسفل فى أى كون وهكذا تكون كل الأكوان متشابهة فى نهاية التجربة، ولو أنهم كانوا فى البداية متمايزين، وتداخلوا مع بعضهم فقط للحظة تمثل قدرًا ضئيلاً من الثانية فيما بينهم.

هذه الملحوظة عن التداخل غير العشوائى لا مهرب لها من دليل صغير عن وجود متعدد الأكوان، مثلها مثل ظاهرة الظلال. لأن النتيجة التى وصفتها تتعارض مع أى من المسارات الممكنة التى يتخذها عنصر فى كون واحد. إذا أطلقنا فوتون فى اتجاه اليمين من الذارع اليمنى للمدخال، مثلاً، سوف يمر ربما من خلال المرآة شبه الفضية كما فعل الفوتون فى تجربة التداخل. ولكن ربما لا يفعل - فى بعض الأحيان ينعكس

إلى أسفل. وبالمثل فإطلاق فوتون إلى أسفل الذارع اليمنى ربما ينعكس فى اتجاه اليمين كما فى تجربة التداخل، أو ربما يرتحل مباشرة إلى الأسفل. وهكذا فى أى مسار ستوجه إليه فوتون واحد إلى داخل الأدوات سوف يظهر أو يبرز عشوائيًا. فقط عندما يقع التداخل بين المسارين فإن النتيجة تكون قابلة للتنبؤ بها. إذا تلا ذلك ما ظهر عبر الجهاز بالضبط قبل نهاية تجربة التداخل لا يمكنه أن يكون فوتونًا واحداً ومساراً واحداً: إنه لا يمكنه على سبيل المثال أن يكون مجرد فوتونًا مرتحلاً إلى الذراع الأسفل. لا بد أن هناك شيء آخر قد منعه من الارتداد مباشرة إلى الأسفل. ولا أن هناك مجرد فوتون يرتحل إلى يمين الذارع، مرة أخرى، لا بد أن هناك شىء آخر يمنعه من الارتحال مباشرة إلى الأسفل، كما يبدو أحيانًا، كأنه وحده هناك. فقط مع الظلال يمكننا أن نبنى مزيداً من التجارب لإظهار أن هذا "الشيء الآخر" له كل خواص الفوتون المرتحل فى مسار، ويتداخل مع الفوتون الذى نراه فى كوننا بدون وجود شىء آخر معه.

طالما أنه لا يوجد سوى نوعين مختلفين من الأكوان فى هذه التجربة، فإن حسابات ما يمكن أن يحدث سوف تستغرق فقط ضعف ما كان ليحدث لو أن عنصراً يخضع للقوانين التقليدية مثلاً كما لو كنا نحسب مسار كرة بلياردو. معامل من اثنين سوف يحيل الأمر بصعوبة أو هذه الحوسبة إلى شىء عسير المعالجة. على أية حال، لقد رأينا بالفعل أن التعددية فى مستواها الأكبر هى من الأمور التى يمكن تحقيقها بسهولة. فى تجربة الظلال مر الفوتون عبر حائل به عدة ثقوب ثم سقط على شاشة. افترض أن ثمة آلاف من الثقوب فى الحائل هناك أماكن فى الشاشة أو مواضع يستطيع الفوتون السقوط عليها (يسقط فعلاً فى بعض الأكوان) وأماكن لا يمكن له السقوط عليها. لكى تحسب ما هى النقطة المحددة التى يمكنها أو لا يمكنها استقبال الفوتون على الشاشة، لا بد لنا أن نحسب تأثير المتداخل المتبادل فى ألف كون متوازى على أوجه الفوتون. وبالتحديد علينا أن نحسب ألف ممر من الحائل إلى النقطة المعينة

على الشاشة، ثم نحسب تأثيرات هذه الفوتونات على بعضها البعض لتحديد ما إذا كان هناك أو لم يكن هناك ما يمنعها من الوصول إلى هذه النقطة. وهكذا نحتاج لوقت متضاعف ألف مرة للحوسبة فيما لو كنا نعمل على عنصر واحد تقليدى سيصطدم بنقطة ما أولاً.

تعقيدات هذا النوع من الحوسبة توضح لنا أن هناك ما يحدث أكثر بكثير فى بيئة ميكانيكية كمية مما تلتقى به العين، بالمعنى الحرفى للكلمة، لقد ناقشت أثناء التعبير عن معيار د. جونسون للحقيقة من خلال مصطلحات تعقيدات الحوسبة، أن هذه التعقيدات هى السبب الرئيسى فى أنها لا تجعل لإنكار وجود بقية متعدد الأكوان أى معنى. ولكن ثمة تعددية على مستوى أكبر تكون ممكنة عندما يكون هناك عنصران أو أكثر متفاعلان عبر ظاهرة تداخل. افترض أن أى من هذين العنصرين المتفاعلين له (مثلا) ألف مسار مفتوح أمامه. الاثنان يمكنهما فى مليون حالة مختلفة فى مرحلة متوسطة من التجربة، ومن ثم يكون هناك مليونًا من الأكوان تختلف عن بعضها حيث يعمل هذان العنصران. وإذا كان ثمة ثلاثة عناصر تتفاعل مع بعضها، يمكن أن يكون عدد الأكوان المختلفة واصلاً إلى البليون، وإذا كانت أربعة عناصر يكون الرقم هو تريليون، وهكذا. وبهذا الشكل يكون عدد التاريخات المختلفة التى يجب أن نحسبها إذا أردنا التنبؤ بماذا سيحدث فى مثل هذه الحالات سيتزايد بشكل أُسِّى مع عدد العناصر المتفاعلة مع بعضها. هذا هو السبب فى أن نظام كمّى نموذجى سوف يسلك بطريقة فعلا وبصدق كغير قابل للتشكل.

عدم القابلية تلك هى التى قام فانيمان بتجربتها. ويمكننا أن نرى أنه لا علاقة لها بعدم القابلية للتنبؤ: بل على العكس فإنه يُعّبر عنها بوضوح فى الظاهرة الكمية التى ترتفع فيها درجة القابلية للتنبؤ. لأنه فى مثل هذه الظاهرة فإن نفس النتيجة تقع فى كل الأكوان، ولكن هذه النتيجة هى نتاج للتداخل بين عدد واسع من الأكوان التى كانت متمايزة أو مختلفة أثناء التجربة. كل هذا من حيث المبدأ متوقع كقابل للتنبؤ من خلال

نظرية الكم وليس عالى الحساسية تجاه الشروط المبدئية. والذى يجعله صعب التنبؤ هو أن مثل هذه التجارب تتطلب عادة كميات هائلة من عمليات الحوسبة عند إجرائنا لها.

عدم القابلية للتشكيل - من حيث المبدأ - تعتبر عائقا أكبر للعالمية من عدم القابلية للتنبؤ مهما كانت درجته. لقد قلت بالفعل أن محاكاة دقيقة ومتكاملة لعجلة الروليت لن تحتاج - ويجب ألا تحتاج - أن نعطى تتابع الأرقام كما هى عليه فى الواقع. إنما نستطيع (أو يجب أن نستطيع يوما ما) أن نقيم محاكاة للجو، وإن كانت لن تتطابق مع الأحوال الجوية التى كانت فى يوم ذى تاريخ محدد فإنها - مع ذلك - بالغة الواقعية فى سلوكها لدرجة أن مستخدما، مهما كان خبيرا، لن يكون قادرا على تمييزها عن الجو الأصلى: نفس الأمر يصدق على أى بيئة لا ترينا آثار التداخل الكمى (التى تعنى معظم البيئات). محاكاة مثل هذه البيئة فى الحقيقة التقديرية هى مهمة حوسبة قابلة للتشكل. ومع ذلك ستظهر على أن محاكاة عملية تكون ممكنة لبيئة ترينا أثار التداخل الكمى. بدون عمل كميات حوسبة مهولة لكن كيف نتأكد فى مثل هذه الحالات أن البيئات المحاكية لن تفعل أشياء لم تقم بها البيئة الأصلية بصرامة، بسبب بعضٍ من ظاهرة التداخل.

يبدو طبيعيا أن نستنتج أن الحقيقة، بعد كل شىء، لا تُعرض محوسبة وذات عالمية أصلية، لأن ظاهرة التداخل لا يمكن محاكاتها بفاعلية أو بشكل مفيد. ومع ذلك فقد استنتج فاينمان بشكل صحيح النتيجة العكسية! بدلاً من النظر إلى قابلية محاكاة ظاهرة كمية كما لو كانت عقبة فإنه نظر إليها على أنها فرصة. لو كان حساب استنتاج ما سيجرى فى تجربة تداخل سيحتاج هذا الكم الكبير من الحوسبة، فإن عملية إقامة هذه التجربة وقياس مخرجاتها أو نتائجها يعادل تنفيذ حوسبة معقدة. وهكذا سبّب فاينمان هذا بأنه يمكن، بعد كل شىء، لنا إقامة أو تنفيذ مثل هذه التجارب إذا ما زوّدنا الكمبيوتر الذى سيقوم بها بأشياء ذات طبيعة ميكانيكية. سيختار الكمبيوتر -

حينئذ – أيًا من القياسات التى يتوجب عملها على قطع إضافية من الهاردوير الكمى وهو فى سبيله لأن يدمج نتيجة القياسات فى عملية الحوسبة الشاملة.

القطعة الإضافية من الهادروير ذى الطابع الكمى سوف تكون من حيث التأثير كما كانت هى ذاتها كمبيوتر. على سبيل المثال فإن المدخال يمكنه أن يقوم بعمل مثل هذه القطعة ومثل أى شىء فيزيائى آخر يمكن التفكير فيه على أنه كمبيوتر – وقد نسميه فى أيامنا هذه: كمبيوتر لغرض خاص. نقوم ببرمجته من خلال وضع المرايا بمواضع هندسية معينة ونقذف فوتونًا واحدًا على المرآة الأولى. فى تجربة تداخل غير عشوائى سوف يبرز الفوتون فى اتجاه واحد معين، محدد بسبب مواضع المرايا، ونستطيع أن نستنتج أن هذه الاتجاه يشير إلى نتيجة الحوسبة. فى تجربة أكثر تعقيدا، بها عدة عناصر متفاعلة مع بعضها، مثل هذه الحوسبة، كما أوضحت، ستصبح بسهولة غير قابلة للتشكل. وما دمنا نستطيع بسهولة الحصول على النتائج بتنفيذ هذه التجربة، فهى فى الواقع لم تعد غير قابلة للتشكل. الآن يجب أن نكون أكثر حرصًا تجاه المصطلحات المستخدمة.

يحدث أن هناك أهداف حوسبية غير قابلة للتشكل إذا ما حاولنا إجرائها عبر استخدام الكمبيوتر الموجود حاليا، لكنها ستكون قابلة للتشكل إذا استخدمنا أشياء ميكانيكية كمية ككمبيوترات ذات غرض خاص" (لاحظ حقيقة أن الظاهرة الكمية التى يمكن استخدامها للحوسبة بهذه الطريقة تعتمد على أنها ليست معرضة "للفوضى". إذا كانت مخرجات الحوسبة ليست عالية الحساسية كوظيفة للحالة المبدئية، برمجة هذه الميزة بوضعها فى الحالة المبدئية المناسبة ستكون مهمة صعبة ومستحيلة).

استعمال وسيلة كمية إضافية بهذه الطريقة ربما تعتبر نوعًا من الغش، طالما أن أى بيئة يتضح أنه من السهل محاكاتها إذا استخدم المرء نسخة إضافية أو احتياطية لها للقياس أثناء المحاكاة. استحضر فاينمان صورة ذهنية بأنه لن يكون ضروريا استخدام صورة حرفية للبيئة التى تمت محاكاتها لأنه من الممكن العثور على طريقة

أكثر سهولة بإنشاء وسيلة إضافية لها خواص تداخلية سوف تكون مع ذلك، متشابهة مع البيئة المستهدفة. وفى هذه الحالة يستطيع كمبيوتر عادى أن يتم باقى المحاكاة، بالعمل عبر التشابه بين الميزة الإضافية والبيئة المستهدفة.

وتوقع فينمان أن هذه مهمة قابلة للتشكل. وأكثر من ذلك أنه حدس أو خمَّن على نحو صحيح، كما يبدو، أن كل الخواص الميكانيكية الكمية لأى بيئة مستهدفة يمكن مشابهتها خلال وسائل إضافية من طراز خاص حددها هو (أعنى نظام من الذرات – "الزاوية" المغزلية الحركة تتفاعل كل منها مع جاراتها) وسمى هو كل هذه المزايا "مشابه أو محاكى كمى عالمى".

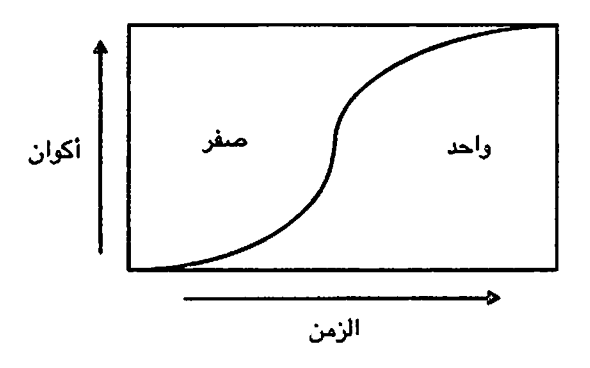
ولكنها ليست ماكينة واحدة، كما يجب أن تكون للتقويم ككمبيوتر عالمى. التفاعل الذى ستحدثه الذرات فى هذا المشابه أو المحاكى لن تتحقق مرة واحدة وللأبد، كما فى الكمبيوتر العالمى، ولكنه يحتاج لإعادة هندسته للتشابه مع كل بيئة مستحدثة. النقطة هنا هى أن العالمية تعنى إمكانية برمجة ماكينة واحدة تتخصص مرة واحدة وللأبد لتحقق أية حوسبة أو محاكاة أى بيئة ممكنة فيزيائيًا. فى عام ١٩٨٥ برهنت على أنه فى ظل الفيزياء الكمية ثمة وجود لكمبيوتر كمى عالمى. البرهان كان مباشرًا وسهلاً. كل ما كان على أن أفعله هو تقليد إنشاءات تورنج، مع استخدام النظرية الكمية لتعريف الفيزياء الحديثة بدلا من الميكانيكا التقليدية التى افترضها تورنج بوضوح. الكمبيوتر الكمى العالمى يمكنه أن يحقق حوسبة يستطيع أى كمبيوتر كمى آخر (أو ماكينة من طراز ماكينات تورنج) أن يحققها، ويمكنه محاكاة أى عدد متناه من البيئات الممكنة فيزيائيًا وذلك فى الحقيقة التقديرية. والأكثر من ذلك، ومنذ تبين أن الزمن والوسائل الأخرى التى يمكن أن نحتاج إليها لتحقيق هذه الأشياء لن تزيد بطريقة أسية مع حجم تفاصيل البيئة التى يتم محاكاتها، وهكذا فإن الحوسبة ذات الصلة بالأمر ستكون قابلة للتشكل مع معايير نظرية التعقيد.

النظرية التقليدية للحوسبة والتى ظلت حوالى نصف قرن غير قابلة للتحدى، أصبحت الآن مهجورة فيما عدا، مثل باقى الفيزياء التقليدية، أنه يمكن اعتبارها كمخطط تقريبى. نظرية الحوسبة هى الآن: النظرية الكمية للحوسبة: لقد قلت أن تورنج استخدم الميكانيكا التقليدية مع إنشاءاته. ولكن بالاستفادة من التقدير المتأخر عن زمانه نرى الآن أنه حتى النظرية التقليدية للحوسبة لا تتطابق كلية مع الفيزياء التقليدية، وأنها تحتوى على ما يشير بقوة إلى النظرية الكمية. وليس صدفة أن الكلمة بايت bit تعنى أصغر كمية معلومات يمكن للكمبيوتر أن يتعامل معها، تعنى وبصفة أساسية نفس المعنى "كمه" .. أى مقدار مميز ومنفصل. المتغيرات المتميزة (المتغيرات التى لا تستطيع قبول استمرارية مستوى من القيم) هى بذاتها غريبة أو بعيدة أو نائية عن الفيزياء التقليدية . على سبيل المثال: إذا كان لمتغيِّر ما قيمتان ممكنتان، فلنقل صفر وواحد، فكيف لنا أن نحصل على ١ من صفر (سألت هذا السؤال فى الفصل ٢). فى الفيزياء التقليدية عليك أن تقفز بدون استمرارية والذى يتعذر معه معرفة كيف تعمل القوى والحركة فى الفيزياء التقليدية. فى الفيزياء الكمية، ليس من الضرورى أى تغير غير استمرارى حتى لو كانت كل الكميات المقاسة تعتبر مميزة. إنها تعمل كالتالى:

دعنا نبدأ بتخيل مجموعة متوازية من العوالم مُعدّة فى هيئة رزمة من الكروت وهى الرزمة التى تعرض فى هيئتها العامة فكرة متعدد الأكوان (فى مثل هذا النموذج، والذى ترتب فيه الأكوان فى شكل تعاقبى، يتضح بقوة تعقيد متعدد الأكوان وإنما هو يكفى الإبراز وجهة نظرى هنا). والآن دعنا نعدل النموذج لنأخذ فى اعتبارنا حقيقة أن تعدد الأكوان ليس مجموعة مميزة من الأكوان وإنما سلسلة متصلة منها، وأنه ليست كل الأكوان مختلفة عن بعضها. فى الواقع أنه مع كل كون يعرض لنا هنا أيضا سلسلة متصلة من الأكوان المتشابهة، مُشَكِّلا نسبة صغيرة، ولكنها ليست صفرا، من التعددية. فى نموذجنا هذه النسبة قد يمثلها سمك الكارت، باعتبار أن كل كارت الآن

يمثل كل الأكوان من الطراز المعين. ومع أنه على غير حالة سمك الكارت، فإن نسبة كل طراز من العوالم تتغير مع الزمن، فى ظل قوانين الميكانيكا الكمية للحركة. وبناء على ذلك فى هذه النسبة من الأكوان التى لها خاصية معينة تتغير، وتتغير بشكل مستمر فى حالة المتغير المميز الذى يتغير من صفر إلى واحد، افترض أن المتغير له القيمة صفر فى كل الأكوان قبل أن يبدأ التغيير، وبعد أن يتم تكون له القيمة واحد فى كل العوالم. أثناء التغيير التى فيها القيمة صفر تسقط بنعومة من نسبة ١٠٠٪ إلى صفر وفى العوالم التى بها المتغير قيمته واحد يرتفع متراسلا مع الحالة السابقة من صفر إلى ١٠٠٪ شكل ٩ - ٤ يوضح مشهداً للتعددية حال التغير.

ربما يبدو من الشكل ٩ - ٤ أن الانتقال من القيمة صفر إلى القيمة واحد هو مستمر من حيث المبدأ من زاوية المشهد التعددى، ولكنه يظل غير مستمر من زاوية شخصية من وجهة نظر كون واحد، كما هو واضح، بخط أفقى فى منتصف الشكل ٩ - ٤ ومع ذلك فهذا مجرد تحديد للرسم البيانى، وليس ملمحا حقيقيا لما يجرى بالفعل ولو أن الرسم البيانى يجعل الأمر يبدو كأنه فى كل لحظة هناك كونا معيناً "تغير على التو" من صفر إلى واحد لأنه قد "عبر على الفور الحدود". ليست هذه هى الحقيقة. ولا يمكنها أن تكون لأن مثل هذا الكون يتطابق بصرامة مع كل كون آخر فيه الـ "بايت" له القيمة واحد فى هذا الوقت. ولذا فإن كان سكان هذه الأكوان يمرون بتجربة أو خبرة التغير غير المستمر، يكون كل سكان الأكوان الأخرى كذلك. وبالتالى فلن يكون أى من كليهما قد مر بتلك الخبرة. وليس هذا فقط، كما سأشرح فى الفصل ١١، فإن فكرة أن كل شىء يتحرك عبر رسم بيانى مثل الشكل ٩ - ٤ الذى يتضح فيه الزمن. هى فكرة ببساطة خاطئة. فى كل لحظة فإن الـ "بايت" لها القيمة واحد فى نسبة معينة من الأكوان والقيمة صفر فى نسبة أخرى. كل تلك الأكوان فى هذا الوقت، موضحة فى الشكل ٩ - ٤ أنها جميعا لا تتحرك إلى أى مكان.



(شكل ٩ – ٤)

وجهة نظر عبر متعدد الأكوان

عن كيفية تغيّر البتّة "bit"باستمرار من صفر إلى واحد.

ثمة طريقة أخرى تتضح فيها أن الفيزياء الكمية كانت ظاهرة فى الحوسبة التقليدية هو ما انطوى عليه طراز ماكينة تورنج الكمبيوترى من أنه يعتمد على أشياء، مثل المواد الصلبة والممغنطة التى لا توجد فى غياب تأثيرات الميكانيكا الكمية. على سبيل المثال فأى جسم صلب يتكون من صفوف من الذرات التى تتكون هى من خليط من الجسيمات المشحونة كهربيا (مثل الإلكترونات والبروتونات داخل النواة). ولكن بسبب "الفوضى" التقليدية فإن العناصر المشحونة لا يمكن أن تكون مستقرة فى ظل القوانين التقليدية للحركة. العناصر المشحونة الموجبة والسالبة سوف تتحرك، ببساطة، من مواقعها وتتصادم بعضها مع البعض والبناء يتفسخ وينهار كله. فقط قوة التداخلات الكمية بين المسارات المختلفة التى تتخذها العناصر المشحونة فى الأكوان المتوازية هى التى من شأنها أن تمنع هذه الكارثة وتجعل المادة الصلبة ممكنة.

بناء كمبيوتر كمى عالمى يقع أبعد كثيرا من قدرة التقنية المتاحة حاليا. وكما قلت فإن استكشاف ظاهرة تداخل يستلزم عادة وضع تفاعل صحيح بين كل المتغيرات التى هى مختلفة فى العوالم التى تساهم أو تقوم بدور فى التفاعل. وكلما تزايد التفاعل

بين العناصر المتصلة به، فإنه يصبح من الأصعب ميلها لهندسة تفاعلها ذاك الذى سيتمثل به التداخل - أعنى نتيجة الحوسبة - من بين الصعوبات التقنية الكثيرة فى العمل على مستوى ذرة واحدة أو إلكترون واحد، وهو من أهمها ويتحصل فى منع تأثر البيئة بالتداخلات المختلفة فيما قبل الحوسبة. لأنه لو أن مجموعة ذرات تمارس ظاهرة تداخل وتختلف تأثيراتها على ذرات أخرى فى البيئة، فإنه لا يمكن حينئذ استكشافها بمقاييس المجموعة الأولى وحدها، ولم تعد المجموعة قائمة بعملية حوسبة كمية مفيدة، وهو ما يسمى "عدم الترابط de coherene" ويجب أن أضيف أن هذه المشكلة عادة ما يتم تقديمها على خلاف ما توحى به أو تعنيه، لقد طالما قيل لنا أن التداخل الكمى هو عملية رقيقة، ويجب حجبها عن أى نفوذ أو تأثير خارجى، وهذا خطأ، التأثير الخارجى قد يسبب عدم انضباط صغير، ولكن هل تأثير الحوسبة الكمية على العالم الخارجى هو الذى يتسبب فى عدم الترابط.

وهكذا فإن السباق بسبيله لبناء منظومات ميكروسكوبية التى تتفاعل فيها متغيرات حوامل المعلومات مع بعضها البعض، ولكنها تؤثر فى بيئتها بأقل قدر ممكن. وثمة تبسيط جديد واستثنائى بالنسبة لنظرية الحوسبة الكمية، جزئيا يَلْوِى أو يغير بشكل مفاجئ الصعوبات التى يسببها عدم الترابط. إنه يسير هكذا، على غير الحوسبة التقليدية عندما يحتاج المرء لهندسة عوامل منطقية تقليدية مثل "و" أو "لا"، فإن الشكل المحدد للتفاعل تصبح أهميته صعبة فى الحالة الكمية. فعليا: أى نظام تفاعل مستوى ذرى وبمقادير صغيرة، طالما أنه غير مترابط، فإنه يمكن أن يتم ليمثل حوسبة كمية مفيدة.

ظاهرة التداخل التى تتضمن عددا واسعا من الجسيمات، مثل فرط (التوصيلية) "التماسك"، وفرط السيولة، هما معروفتان ولكن يبدو أن أيهما لا يمكن استخدامها، فى عمل حوسبة مثيرة. من وقت كتابة هذا يمكن تحقيق بايت واحدة من الحوسبة الكمية فى المعامل. التجريبيون على ثقة، مع ذلك، أنه فى خلال السنوات القليلة القادمة سوف ينشئون ، من البوابات الكمية ما لها اثنان أو أكثر من البايت (الكم المعادل للعوامل

المنطقية الكلاسيكية) تلك هى المكونات الرئيسية للكمبيوترات الكمية. بعض الفيزيائيين وأبرزهم رولف لانداور(*) Rolf Londauer من معمل بحوث IBM يتفاءلون بشأن مشاريع إحداث مزيد من التقدم بعد ذلك. ويعتقدون أن عدم الترابط لن يتم إنقاصه أبدا إلى الحد الذى يمكن فيه القيام بقليل من خطوات الحوسبة الكمية المتعاقبة. معظم الباحثين فى المجال متفائلون بدرجة أكبر كثيرا (ولو أن هذا يرجع إلى أن الباحثين المتفائلين هم الذين يختارون العمل فى مجال الحوسبة الكمية). بعض الكمبيوترات الكمية ذات الغرض الخاص قد تم بناؤها بالفعل، ورأيى الخاص أن عددا أعقد من هذه سوف يظهر فى غضون سنوات وليس عقود. وبالنسبة للكمبيوتر الكمى العالمى، أتوقع أن بناءه هو مسالة وقت، ولو أننى أفضل ألا أتنبأ بهل سيتم ذلك عبر عقود أو قرون .

حقيقة إن إعادة العرض فى الكمبيوتر الكمى العالمى تشمل بيئات تكون محاكاتها قابلة للتشكل تقليدياً، وهى والتى منها تستخدم مستويات جديدة من الحوسبة الرياضية البحتة كلتاهما قابلة للتشكل بدورها. لأن قوانين الفيزياء، كما قال جاليليو، يتم التعبير عنها بلغة رياضية، وأن محاكاة أى بيئة معادل أو مساوٍ لتقويم وظائف رياضية معينة. وبالطبع، كثير من الأهداف الرياضية قد تم اكتشافها ويمكن تنفيذها عبر الحوسبة الكمية بكفاءة، بينما كل الطرق المعروفة تقليدياً غير قابلة للتشكل. معظم المشاهد المتحصلة من هذه يتمثل فى عملية تحليل الأرقام الكبيرة وهى الطريقة المعروفة باسم حساب شور Shors algorithm (أثناء بروفات هذا الكتاب تم اكتشاف مشاهد

(*) رولف لاندوير Rolf Landauer (١٩٢٧ - ١٩٩٩) كان باحثًا بارزًا فى IBM ويعرف بشدة لريادته فى نظرية الكهرباء التوصيلية وفيزياء المعلومات حيث كانت له نظرية اقترنت به عن انتقال الإلكترون عُرفت بـ"صيغة لاندوير" على أساس احتمالية أن الإلكترونات التى تدخل موصلاً ما سوف تظهر بعيداً عند عودتها لنقطة الدخول. وكان قد تم إهمال فكرته تلك فى البداية ثم أُعيد اكتشافها عام ١٩٨٠ وحظيت بانتشار واسع وحملت الاسم المشار إليه. (المترجم)

أكثر تتعلق بالحساب الكمى بما فيها حساب جروفر Grover's algorilhm لبحث قوائم مطولة بسرعة كبيرة).

حساب "شور" بسيط بطريقة استثنائية أو رائعة ويتطلب مزيدا من الهاردوير المتواضع أكثر مما يحتاجه كمبيوتر كمى عالى، ولذلك سيتم بناء ماكينة تحليل كمّى قبل زمن طويل قبل أن تكون تقنية مدى كامل من الحوسبة الكمية فى متناول اليد. وهذا سيكون أمر له معنى كبير فى علم النظم السرية cryptography (علم تأمين الاتصالات وتوثيق المعلومات أو جعلها موثوقا بها) وشبكات الاتصالات الواقعية ربما تكون عالمية(*) وتتمتع بمدى واسع من النظم المتغيرة باستمرار من المشاركين وما هو غير متوقع من نماذج الاتصال. ومن غير العملى أن نطلب مقدما من كل زوج من المشاركين شخصيًا، بتغيير المفاتيح السرية التى تسمح له بالاتصال فيما بعد بدون خوف من استراق السمع. المفتاح السرى العام هو أى طريقة لإرسال معلومات سرية بينما الراسل والمستقبل لا يتبادلان بالفعل أى معلومات لها طابع السرية. أكثر الوسائل أمنا لمفتاح سرى عام يعتمد على عدم القابلية للتشكل لمشكلة تحليل الأرقام الكبيرة. هذه الطريقة تعرف بالاختصار النظام السرى RSA وهى الأحرف الأولى من أسماء كل من رونالد ريفست(**) Ronald rivest وأدى شامير(***) Adi Shamir

---

(*) كلمة عالمية (وعالمى) فى الأصل الإنجليزى Universal وتعنى أيضًا عام أو شامل وأنا أفضل التعبير الأخير. (المراجع)

(**) رونالد ل. ريفست Ronald L. Rivest أمريكى يعمل أستاذًا فى الهندسة الكهربية وعلوم الحاسب، يهتم بأبحاث الشفرة وتأمينها، والحاسب، وتامين الشبكات المعلوماتية، والتصويب الإلكترونى وعلوم الحساب، وله عضوية مؤثرة بالجمعيات والمعامل العاملة فى ذات المجالات مثل جمعية "علوم الكمبيوتر والذكاء الاصطناعى" وغيرها. (المترجم)

(***) أدى شامير Adi Shamir إسرائيلى مولود عام ١٩٥٢ ومتخصص فى الشفرة، واخترع مع رون ريفست Ron Rivest حسابات الـ RSA، وله مساهمات عديدة مع زميليه Urid Feige، و Amos Fiar فى مجالات الشفرة وعلوم الحاسب. (المترجم)

وليونارد أديلمان Leonard Adelmon اللذين اقترحوه عام ١٩٧٨ . وهي تعتمد على إجراء رياضي يمكن فيه تحويل رسالة إلى شفرة باستخدام عدد كبير (مكون من ٢٥٠ رقما مثلا) كعدد مفتاح. المستقبل يستطيع بحرية أن يجعل هذا المفتاح عاما لأن أي رسالة مشفرة من خلاله يمكن تشفيرها بمعاملات هذا الرقم. وهكذا أستطيع اختيار اثنين من ١٢٥ رقم أحادى من الأرقام الأولية وأحتفظ بها سرا، وإكثارهما إلى ٢٥٠ رقم أحادى هو منتج عام. أي فرد يمكنه أن يرسل لي برسالة مستخدما هذا الرقم كمفتاح، ولكن أنا وحدى سأستطيع قراءة الرسالة فقط لأننى أعرف سر المعاملات.

كما قلت ليست هناك أية صيغة عملية لتحليل الـ ٢٥٠ رقم أحادى بالطرق التقليدية، ولكن التحليل الكمى بواسطة الماكينة التى ستجرى عملية حساب شور سوف تقوم به باستخدام عدة آلاف من العمليات الحسابية، التى لن تستغرق سوى دقائق قليلة. وهكذا سيستطيع أي فرد لديه هذه الآلة أن يقرأ بسهولة أي رسالة واردة لها طابع سرى من خلال استخدام نظم السرية.

لن يكون جيدا بالنسبة للقائمين بعملية النظم السرية (كالتشفير) أن يختاروا أعداد كبيرة كمفتاح لأن الوسائل التى يتطلبها حساب شور تتزايد بطريقة بطيئة تبعا لحجم الأعداد التى يجرى تحليلها. فى النظرية الكمية الحوسبية تصبح مهمة تحليل الأرقام عملية قابلة جدا للتشكل. من المظنون أنه فى حضور مستوى معين من عدم التماسك أو الترابط، سوف يكون هناك مرة ثانية حدود عملية على حجم الرقم الذى يمكن تحليله، ولكن ليس ثمة حد أدنى على درجة عدم التماسك الممكن تحقيقها تقنيا. وهكذا يجب أن نستنتج أنه فى يوم ما من المستقبل، فى زمن لا يمكن التنبؤ به حاليا، ستصبح الطرق السرية RSA مهما كان طول المفتاح المستخدم، غير آمنة. بمعنى معين، قد يجعلها غير آمنة حتى فى أيامنا هذه بالنسبة لأى فرد أو أية منظمة سجلت لديها طريقة سرية RSA فى يومنا هذا، وتنتظر حتى تستطيع شراء ماكينة تحليل كمية

بمستوى أقل تماسكا، وبالتالى سوف تكون قادرة على حل شفرة أى رسالة. لن يحدث هذا قبل قرون وربما عقود – وربما أقل من يستطيع أن يخبرنا؟ ولكن أرجحية هذا بالنسبة للوقت وطوله، فإن ما يبقى لنا هو الأمان التام السابق لنظام RSA.

عندما تقوم ماكينة التحليل الكمى بتحليل رقم من ٢٥٠ رقم أحادى فإن عدد الأكوان المتداخلة سوف يكون فى حدود ١٠^٥٠٠ أى واحد وبجانبه ٢٥٠ صفرا وهذا الرقم المذهل فى طوله هو الذى يجعل من حساب تورنج فى التحليل قابلا للتشكل. وقد قلت أن هذا الحساب يتطلب فقط عدة آلاف من عمليات الحساب. وأعنى بالطبع عدة آلاف من العمليات التى تجرى من كل مشارك فى الإجابة. كل هذه الحوسبة تقع بالتوازى فى أكوان مختلفة، وتشترك فى نتائجها من خلال التداخل.

ربما تتعجب كيف يمكننا حث نظرائنا فى ١٠^٥٠٠ من الأكوان المنفردة لتبدأ العمل فى هدفنا التحليلى. ألن تكون لهم أجندتهم فى استخدام كمبيوتراتهم؟ لا. كما ليس ثمة ضرورة لحثهم على ذلك. حساب شور يعمل مبدئيا على مجموعة من الأكوان متشابهة مع بعضها البعض، ويتسبب بالتالى فى أن تصبح متمايزة مع حدود ماكينة التحليل. وهكذا فنحن الذين حددنا الرقم الذى سيجرى تحليله، والذى ننتظر حوسبة الإجابة عليه، نكون متشابهين فى كل الأكوان المتداخلة. وبلا شك فثمة أكوان أخرى برمجنا فيها أعدادًا مختلفة والتى لم تنشئ أبدا بعد ماكينات التحليل على الإطلاق. ولكن هذه الأكوان تختلف عن أكواننا فى كثير من المتغيرات، وربما أكثر بالتحديد فى المتغيرات القابلة للتشكل بالطريقة الصحيحة من خلال البرمجة بطريقة حساب شور وبالتالى لا تتداخل مع أكواننا.

المناقشة التى جرت فى الفصل الثانى إذا ما طُبقت مع أى ظاهرة تداخل من شأنها أن تحطم الفكرة التقليدية بأن هناك كون واحد. منطقيا فإن إمكانية الحوسبة الكمية المعقدة لم تضف شيئًا إلى حالة باقية فعليا بدون إجابة. ولكنها تضيف تأثيراً نفسيًا. منذ حساب شور، أصبحت المناقشة متماسكة بشكل واسع. ولهؤلاء المتمسكين

بفكرة الكون الواحد، اقترح عليهم كنوع من التحدى: كيف يعمل حساب شور؟ . أنا لست مجرد أعنى توقع أنه سيعمل، والتى هى مسألة حل معادلات غير مُختلف عليها ولكن أعنى الإمداد بتفسير. عندما يحلل حساب شور رقما ما مستخدما ١٠ ^٥٠٠ أو حولها من المرات فإن الوسائل الحوسبية التى يمكن أن نشاهدها: أين منها الرقم الجارى تحليله؟ هناك حوالى ١٠^٨٠ من الذرات فى كل الكون المنظور، وهو إذن منطوق صغير جدا بالمقارنة مع ١٠ ^٥٠٠ وعليه فإن كان الكون المنظور هو امتداد للحقيقة الفيزيائية، فإنه الحقيقة الفيزيائية ولو شكل بعيد ستشمل الوسائل المتطلبة لتحليل مثل هذا الرقم الكبير. من القائم بالتحليل إذن؟ كيف ومتى تحققت أو نفذت الحوسبة؟

لقد ناقشت الطرازات التقليدية ذات الأغراض الرياضية التى سوف تقوم بتنفيذها الكمبيوترات الكمية بشكل أسرع من الماكينات الموجودة. ولكن يظل هناك مستوى إضافى جديد من المهام المفتوحة أمام الكمبيوترات الكمية والتى لن تستطيع الكمبيوترات التقليدية تنفيذها على الإطلاق. من خلال صدفة غريبة فإن أول هذه المهام التى أُكتشفت هى أيضًا تتعلق بالمفتاح الأعم للنظم السرية. وليس فى هذه المرة لفك شفرة نظام قائم أو اقتحامه، ولكن بزرع نظام آمن بشكل مطلق من النظم السرية الكمية. فى عام ١٩٨٩ بمركز أبحاث **IBM** بمرتفعات مدينة يورك بنيويورك **York town Heights, Ny** وفى مكتب المُنَظِّر تشارلز بينيت **Charles Bennett**(*) الذى تم فيه بناء أول كمبيوتر كمى. والذى كان من ذوات الغرض الخاص ويشتمل على زوج من النظم

(*) تشارلز هـ. بينيت Charles H. Bennett (مولود عام ١٩٤٣) أمريكى حاصل على الدكتوراه فى علوم الكمبيوتر من جامعة هارفارد، ويعمل باحثًا فى IBM وتتركز بحوثه حاليًا فى إعادة بحث الأسس الفيزيائية للمعلومات حيث يلعب دورًا هامًا فى وصل الفيزياء بالمعلومات خاصة الفيزياء الكمية بالمشكلات التى تحيط بالتغيرات التى تلحق بالمعلومات كما له اهتمام بالخلويات الأوتوماتية، والحوسبة المنعكسة. (المترجم)

السرية الكمية كمزايا له والمصمم بمعرفة بينيت وجيلز برازرد Gilles Brassard(*) بجامعة مونتريال. لقد كانت أول ماكينة سبق تنفيدها. لتحقق ما لا تستطيع تنفيذه ماكينات تورنج للحوسبة غير الفعالة.

فى نظم بينت وبرازرد للشفرات الكمية يتم تشفير الرسائل عبر حالات فوتونات مستقلة يتم قذفها بواسطة الليزر. ولو أننا احتجنا لعديد من الفوتونات لنقل رسالة (فوتون لكل بايت، فضلا عن مزيد من الفوتونات الضائعة بلا فاعلية)، فالماكينة يمكن بناؤها بالتقنية القائمة لأنها تحتاج لتحقيق حوسبتها الكمية إلى فوتون واحد فقط للمرة الواحدة. أمان النظام يقوم على عدم القابلية للتشكل ولا على التقليدية أو الكمية ولكن مباشرة على نسبة التداخل الكمى، هو الذى يعطينا الأمان المطلق الذى ليس فى متناول اليد. ليس هناك قدر للحوسبة المستقبلية فى أى نوع من الكمبيوتر، لمدى ملايين أو تريليونات السنين سوف تساعد فى اقتحام أو اختلاس النظر إلى النظم السرية الكمية للرسائل، لأنه لو أن أحداً اتصل من خلال وسيط يبدى تداخلا، يمكن استكشاف المسترق النظر: بالنسبة للفيزياء التقليدية ليس هناك ما يمنع مقتحما له التحام فيزيائى مع وسيط اتصالى، كخط تيلفونى مثلا، من تركيب ميزة استماعية حاسمة. ولكن، كما شرحت، إذا قام امرؤ بأى قياس على نظام كمّى يمكن أن يغير بالتالى خواص التداخل. بروتوكول أو نظام الاتصال يعتمد على هذا التأثير. عضوى الاتصال يستطيعان بكفاءة أن يقيما تجربة تداخل معادة، وإيصالها بقناة اتصال عامة. فإذا نجح التداخل فى إيضاح عدم وجود مختلس أو مقتحم فإنهما يستطيعان الاستمرار إلى الخطوة التالية من البروتوكول، التى يستخدم فيها جزء من المعلومات

(*) جيلز برازرد Gilles Brassard (مولود ١٩٥٥) كندى حاصل على الدكتوراه من جامعة كورنيل عام ١٩٧٩ فى علوم الحاسب وأصبح أستاذاً لها وهو لم يتعد الـ٢٣ من العمر، وتنقل كأستاذ زائر فى كل من فرنسا وأمريكا وأمستردام وبروكسل وأستراليا. ومما يعرف عنه نشاطاته فى نظرية التعقيد والحساب العشرى وبناء المعلومات كما أن له ثلاثة مؤلفات ترجمت إلى ثمان لغات. (المترجم)

المنقولة كمفتاح للنظام السرى. وفى حالة أسوأ إذا استطاع المقتحم المصر على منع عملية الاتصال من أن تحدث على الإطلاق (ولو أنه من الأسهل لتنفيذ ذلك هو قطع خط التليفون). ولكن لقراءة رسالة فإن المُستقبل المُستهدف هو الذى يستطيع ذلك، وضمان ذلك يتمثل فى قوانين الفيزياء. لأن النظم السرية الكمية التى تعتمد على التعامل مع الفوتونات المنفردة، تعانى من محدودية هامة أو رئيسية. كل فوتون يستقبل بنجاح حاملا بايتا واحدا من الرسالة لا بد على نحو ما أن ينقل من الناقل إلى المُستقبل دون مساس به. ولكن كل وسيلة للنقل تشتمل على عناصر ضائعة، وإذا كانت الرسائل ثقيلة جدا فلن تصل أبدا. إقامة محطات لمراقبة الصور التليفزيونية (وهى العلاج لهذه المعضلة فى نظم الاتصال القائمة) ستكون بمثابة تسوية لعملية الأمان لأن المُقتحم يستطيع دون أن يستكشف مراقبة ما يجرى فى هذه المحطات تليفزيونيا أيضا. أحسن النظم السرية الكمية القائمة تستخدم كوابل من النسيج البصرى ولها مدى حوالى عشرة كيلو مترات. وهذه ستكون كافية مثلا لتغطية نظم المال لمدينة بنظام اتصال داخلى مطلق الأمان. الأنظمة الخاصة بالأسواق لن تكون بعيدة جدا عن هذا، ولكن لحل معضلة المفتاح العام للنظم السرية بشكل عام، مثلا للاتصالات العالمية، فإنه من المُتطلب مزيد من التقدم فى النظم السرية الكمية.

الأبحاث النظرية والتجريبية تتسارع على اتساع العالم والأكثر أنها واعدة بتقنية جديدة لتحقيق الكمبيوترات الكمية ومزيد من المقترحات فى هذا الشأن، كما أن نماذج من الحوسبة الكمية لها مزايا متعددة عن الحوسبة التقليدية يتم تحليلها واكتشافها باستمرار. أنا أجد فى هذه التطورات أمرا مثيرا، وعلى يقين بأن بعضاً منها سوف يأتى بثماره. ولكن لأبعد ما يهتم به هذا الكتاب فإن ذلك يعد أمرا جانبيا، ومن جهة نظر استشرافية فلا يهم لأى مدى تكون فائدة الحوسبة الكمية بما ستكون عليه، ولا يهم أننا بنينا أول كمبيوتر كمى فى الأسبوع القادم أو فى مدى قرون من الآن أو لن يمكننا بناؤه أبدا. نظرية الحوسبة الكمية يجب أن تكون على أى حال متممة أو مكملة

كجزء من وجهة نظر أى شخص يسعى لمعرفة أصلية بالحقيقة. الذى تقوله لنا الكمبيوترات الكمية عن العلاقات بين قوانين الفيزياء، العالمية، وعدم العلاقة أو العلائقية بين أوتار أو خيوط تفسير نسيج الحقيقة، نستطيع أن نكتشفها، ونحن نكتشفها بالفعل، من خلال دراستها نظريا.

اصطلاحات:

الحوسبة الكمية: Quantum computotion	الحوسبة التى تتطلب عمليات ميكانيكية كمية، التداخل على وجه الخصوص، وبكلمات أخرى هى الحوسبة التى تتحقق بالتعاون بين الأكوان المتوازية.
الحوسبة الأسية: Exponential computation	الحوسبة التى تتطلب وسائلها (كما يتطلب الوقت) أن تتزايد بمعامل استمرارى تقريبى مع كل رقم (أقل من عشرة) إضافى فى مدخلاتها.
القابلية وعدم القابلية للتشكيل Tractable/ intractable	(قاعدة سهلة تقريبية): - تعتبر الحوسبة قابلة للتشكل إذا كانت وسائلها تتطلب لتحقيقها ألا تتزايد بمعدل أُسىّ مع الأرقام دون العشرة فى مدخلاتها.
الفوضى (العشوائية): Chaos	عدم الاستقرار فى حركة معظم النظم التقليدية. كل اختلاف بين حالتين مبدئيتين يعطينا بروزا لنمو أُسىّ للاختلاف أو الانحراف بين المسار المنحنى للناتج عنهما. ولكن الحقيقة تخضع للكم وليس للفيزياء التقليدية. عدم القابلية للتنبؤ الناتجة عن الفوضى هى فى العموم

	مغمورة بعدم الغائية الناتجة عن أن الأكوان المتشابهة تصبح مختلفة.
الكمبيوتر الكمى العالمى: Universal quantum computer	الكمبيوتر الذى ينفذ أى حوسبة يستطيع أن ينفذها أى كمبيوتر كمى عالمى آخر، ويحاكى أى عدد نهائى للبيئات الممكنة فيزيائيا فى الحقيقة التقديرية.
النظم السرية الكمية: Quantum cryptography	أى شكل للنظم السرية يمكن تنفيذه من خلال الكمبيوترات الكمية وليس بالكمبيوترات التقليدية.
الكمبيوتر الكمى ذو الغرض الخاص: Special-purpose quantum computer	هو كمبيوتر كمى، مثل ميزة النظم السرية الكمية أو ماكينة التحليل الكمى، واللذان كليهما ليس كمبيوترًا كمّيا.
عدم التماسك: decoherence	إذا كانت ثمة أفرع للحوسبة الكمية، فى الأكوان المختلفة، تؤثر على البيئة بشكل مختلف، وبالتالى يقل أو ينقص التداخل، وربما تفشل حينئذ عملية الحوسبة. عدم التماسك هو العنصر الرئيسى للتحقق العملى لكمبيوترات كمية أكثر قوة.

الخلاصة :

قوانين الفيزياء تسمح للكمبيوترات باستطاعة محاكاة كل بيئة ممكنة فيزيائيا بدون استخدام غير عملى واسع من الوسائل وهكذا فإن الحوسبة العالمية ليس فقط مجرد ممكنة، كما يتطلب مبدأ تورنج، وإنما أيضا قابلة للتشكل. ظاهرة الكم ربما تشمل عدد واسع من الأكوان المتوازية، وبالتالى قد لا تكون قادرة على أن تصبح متشابهة بكفاءة مع عالم واحد. ومع هذا فهذا الشكل من العالمية لا يزال يحمل فى طياته الكثير، وبسبب أن الكمبيوترات الكمية يمكنها بكفاءة محاكاة أى بيئة فيزيائية كمية ممكنة، حتى ولو أن عددا كبيرا من الأكوان يتفاعل مع بعضها البعض. والكمبيوترات الكمية يمكنها أن تحل بكفاءة بعض المعضلات الرياضية، مثل التحليل، والذى يعد تقليديا غير قابل للتشكل، ويمكنها أن تنمى طرازات من النظم السرية والتى تعد تقليديا مستحيلة. الكمبيوترات الكمية هى طريقة نوعية جديدة لحفز همة أو استفزاز الطبيعة.

الفصل التالى ربما يغضب كثيرا من الرياضيين، وهذا لا يمكن تجنبه فالرياضيات ليست كما يظنون أنها كذلك. (القراء غير المعتادين على الفروض التقليدية عن يقين ووثوق بالمعرفة الرياضية، ربما يعتبرون أن النتيجة الرئيسية للفصل التالى بأن معرفتنا بالحقيقة أو الصدق الرياضى تعتمد على معرفتنا بالعالم الفيزيائى وبالتالى فهى ليست موثوقا بها أكثر من ذلك - لكى أكون واضحا. مثل هؤلاء القراء ربما يفضلون الانزلاق بسرعة من هذا الفصل والإسراع لمناقشة الزمن فى الفصل ١١).

الفصل العاشر

طبيعة الرياضيات

"نسيج الحقيقة" الذى شرعت فى وصفه حتى الآن هو نسيج الحقيقة أو الواقع الفيزيائى. لكن أيضا أشرت بحرية إلى ما لا نجده، الآن وهنا، فى العالم الفيزيائى من مجردات مثل الأعداد المتسلسلات اللانهائية من برامج الكمبيوتر. فقوانين الفيزياء نفسها ليست كيانات فيزيائية مثل الصخور والكواكب. كما قلت فإن "كتاب الطبيعة" لجاليليو هو نوع من الاستعارة أو المجاز، ثم ما يحكى من قصص حول الحقيقة التقديرية أو البيئات غير الموجودة، التى تختلف قوانينها عن قوانين الفيزياء. وفيما وراء ذلك ما أسميته بيئة "الكانتانجو".

لقد قلت أنه يوجد بيئات عديدة لكل بيئة يمكن محاكاتها. ولكن ما الذى يعنيه القول بوجود مثل هذه البيئات؟ وإذا لم تكن موجودة فى الواقع أو الحقيقة أو حتى فى "الحقيقة التقديرية" فأين عساها أن توجد؟

هل توجد التجريدية، أو الكيانات غير الفيزيائية؟ هل هى جزء من نسيج الحقيقة؟ أنا لا أميل هنا إلى مجرد إنشاء استخدام للكلمة. إنه من الواضح أن العديد من قوانين الفيزياء وما إليه توجد بمعنى الكلمة وليس فى أى شىء آخر. السؤال الأساسى هنا هو: كيف لنا أن نفهم مثل هذه "الجواهر" ما هى الكلمة أو شكل الكلمة الكافية أو الملائمة لأى منها والتى تشير على نحو مطلق إلى أنها من بين الحقيقة الفيزيائية المألوفة؟ وأيها من السمات التى تعتبر سريعة الزوال بالنسبة لثقافتنا؟ وأيها يعد تحكميًا أو اعتباطيًا كقواعد لعبة تتسم بالتفاهة ولا تستحق النظر إليها؟ وهل يمكن، إذا وجدت، تفسيرها أو شرحها بطريقة تسهم بشكل مستقل فى مدها بالوجود؟ أشياء من قبيل الطراز الأخير لا بد أن تكون جزءا من نسيج الحقيقة كما تم تعريفه عبر هذا الكتاب لأنه من شأن فهمها ما يجعل المرء قابلا لفهم كل ما يمكن فهمه.

هذا يدفعنا أو يقترح علينا استخدام معيار د. جونسون إذا ما أردنا معرفة أن أى "مجرد" معين يحوز صفة الوجود فعليا، لا بد أن نتساءل فيما إذا كان له رد فعل أو

يَردّ ما يصطدم به بشكل ضخم ومعقد، على سبيل المثال يعرف الرياضيون الأرقام الطبيعية ١، ٢، ٣، .... ولأول وهلة فإن لها تعريفًا دقيقًا كما يلى:

(١) هو رقم طبيعى وكل رقم طبيعى لا بد أن يخلفه رقم هو أيضا رقم طبيعى بينما (١) ليس خليفة لأى رقم طبيعى. الرقمان الطبيعيان ولهما نفس الخليفة يتطابقان. مثل هذا التعريف يحاول أن يعبر تجريديًا على الفكرة الفيزيائية الحديثة أو البديهية عن أهمية الكميات المتميزة أو المنفصلة (وأكثر تحديداً على نحو ما شرحت فى الفصل السابق، هذه الفكرة هى فعلا ميكانيكا الكم). عمليات الحساب مثل الجمع والضرب ومفاهيم أخرى مثل تلك المتعلقة بالأعداد الأولية والتى يتم تعريفها بالإشارة إلى الأرقام الطبيعية. ولكن بخلق الأرقام الطبيعية عبر هذا التعريف وفهمها من خلال هذا الحدس، سيضعنا فى مجال أن هناك الكثير مما يجب أن نفهمه عنهم. تعريف الرقم الأوّلى يضع بشكل نهائى مرة واحدة وللأبد ما هو الرقم الأوّلى وما هو غير ذلك من أرقام. ولكن فهم هذه الأرقام هو شيء أولى بدوره - ولو للحظة، كيف تتوزع الأرقام الأولية على هذا المدى الواسع جدا، وكيف تتجمع أو تتكتل ثم وما مدى عشوائيتها ولماذا - وله من الثراء الفكرى ما يستلزم وفرة من التبصرات ومزيد من التفسيرات. وبالطبع فمن المعروف أن "نظرية الأعداد" هى عالم بأكمله (عادة ما يستخدم فى ذلك التعبير ذاته) فى حد ذاتها. ولكى نفهم الأرقام بشكل كامل لا بد أن نقوم بتعريف كثير من مستويات الحدوس المجردة. وأن نبحث أو نتأمل فى أبنية جديدة والعلاقات التى تتواجد بين هذه الأبنية. سنجد أن بعض هذه الأبنية المجردة على صلة بحدوس أخرى لدينا بالفعل، ولكن أيها يقع على رأسها وليست له علاقة بالأرقام مثل: التماثل، التعاقب، المتصل، المجموعات، اللانهاية والأكثر من ذلك بكثير. وهكذا تصبح الحدوس الرياضية المجردة التى نعتقد أنها مألوفة لدينا، هى مع ذلك كثيراً ما تدهشنا أو تحبطنا. يمكن لها أن تَشوّينا أو تُعذبنا بأردية أو أسلوب جديد أو غير نمطى وذلك فى إطار من عدم التوقع، يمكنها أن تكون من المتعذر شرحها ومن ثم تحتاج بعد ذلك إلى شروح جديدة تتواءم معها. وهكذا إلى هذا الحد هى معقدة وهائلة. وهكذا فإنه من

خلال معيار د. جونسون لا بد أن نخلص إلى أنها حقيقة. وطالما أننا لا نستطيع فهمها سواء على أنها أجزاء من ذواتنا أو على أنها أجزاء من شيء آخر نفهمه بالفعل، ولكننا نفهمها ككيانات مستقلة، لا بد أن نخلص إلى أنها كيانات حقيقية ومستقلة.

ومع ذلك فالحدوس المجردة لا يمكن إدراكها عبر الحس. إنها لا تتمتع بصفة رد الفعل كما ترتد قدمك عند اصطدامها بحجر، وبالتالى فإن التجربة والملاحظة لا يمكن لهما أن يلعبا الدور نفسه فى الرياضيات على نحو ما يفعلان فى العلم. والذى يلعب الدور فى الرياضيات هو "البرهان". حجر د. جونسون يرتطم بقدمك عندما تصطدم به أى أن له طبيعة "رد الفعل". الأعداد الأولية أيضًا لها هذا النوع من رد الفعل وذلك حينما تبرهن على شيء غير متوقع عنها وبصفة خاصة إذا استرسلنا فى شرحها هى ذاتها أيضا. ويكمن الفرق الحاسم بين البرهان والتجربة من وجهة النظر التقليدية فى أن البرهان ليست له مرجعية لشيء فى العالم الفيزيائى. يمكننا إقامة برهان فى الحيز الخاص لأدمغتنا، كما يمكننا إقامة برهان بعد تصيده عبر محاكاة يقوم بها مولد حقيقة تقديرية لفيزياء خاطئة أو غير صحيحة. وما دمنا تَزوّدنا بما تعلمناه من قواعد الاستدلال الرياضى فسوف نصل فى النهاية إلى نفس الإجابة كما سيصل إليها أى شخص آخر. ومرة أخرى فالنظرة السائدة هى: أنه بعيدا عن إمكانية التخبط أو الوقوع فى أخطاء فاحشة، فإننا عندما نبرهن على شيء ما فعلينا أن نعرف أنه يقينى بصفة مطلقة.

والرياضيون عادة ما يكونون فخورين بهذا اليقين المطلق، بل ويحسدهم عليه العلماء ولو قليلا. لأنه فى العلم ليس ثمة وسيلة لليقين من أى افتراض. ومهما كانت إحدى نظريات المرء جيدة الشرح للملاحظات قائمة، ففى أى لحظة يستطيع شخص آخر أن يصنع ملاحظات غير مشروحة تضع شكوكا حول البناء الكامل للشرح السائد. والأسوأ من ذلك أن أى شخص يمكنه أن يصل إلى فهم أفضل لما سبق شرحه ليس فقط كل الملاحظات القائمة بل أيضا كيف أن الشروح السالفة تبدو كأنها تعمل ولكنها

مع ذلك خاطئة تماماً. جاليليو مثلاً وجد تفسيراً جديداً للملحوظة القديمة التى تقول بأن الأرض تحت أقدامنا ثابتة، وجد شرحًا يقول بأنها على العكس فى حالة حركة. "الحقيقة التقديرية" التى تجعل بيئة ما تبدو وكأنها بيئة أخرى أوضحت بأنه عندما ما تكون الملاحظة هى الحكم المطلق الذى يفصل بين النظريات فليس ثمة يقين من أى ملاحظة قائمة، مهما كانت واضحة، بل وربما حتى تكون بعيدة عن الصحة. ولكن عندما يكون البرهان هو الحكم وهو الفيصل بين النظريات فمن المفترض أن يكون هناك ثمة يقين.

لقد قيل أن قواعد المنطق قد تشكلت فى البداية بأمل أنها ستمدنا بطريقة غير انحيازية ومعصومة من الخطأ، بحل كل التحديات. هذا الأمل لا يمكن تحقيقه أبدا. دراسة المنطق ذاتها تكشف أن مدى الاستدلال المنطقى كوسائل لاكتشاف الصدق يعتبر محددا بشكل حاد. إعطاء افتراض جوهرى عن العام، يستطيع المرء معه أن يخلص إلى نتائج ولكن هذه النتائج ليست آمنة، بمثل ما الافتراض نفسه غير آمن بدوره. الاقتراح الوحيد بأن المنطق يمكنه أن يبرهن على شىء دون الاستعانة بالاقتراح ذاته هو مجرد حشو أو مزيد من الكلام الذى لا يضفى مزيدا من القوة على الاقتراح - جملة مثل كل الكواكب هى كواكب لا تؤكد شيئا. بصفة خاصة فإن كل الأسئلة الجوهرية فى العلم تقع خارج الدائرة التى يستطيع فيها المنطق وحده أن يقيم تحديات. ولكن - هكذا يفترض - الرياضيات وحدها هى التى تقع فى هذه الدائرة. وهكذا تسعى الرياضيات فى إثر الصدق المطلق ولكن المجرد؛ بينما العلماء يواسون أنفسهم بفكرة أنهم يستطيعون الحصول على معرفة جوهرية ومفيدة عن العالم الفيزيائى. ولكن عليهم القبول بأن هذه المعرفة خالية من الضمانات. إنها دائما جوهرية أو أساسية وأيضا على الدوام قابلة للخطأ. فكرة أن العلم يتميز بالاستنتاج كوسيلة للتقويم أو الحكم بما هو قابل قليلا للخطأ، تتشابه مع فكرة الاستدلال المنطقى، وهى محاولة فهم أحسن ما يمكن من المعرفة العلمية كحالة من المستوى الثانى. بدلا من أن يكون

الاستنتاج حكمًا لليقينيات، فربما نستطيع أن نفعل بشأن الاستقرائية كحكم لما هو قريب من اليقين.

كما قلت، ليس ثمة طريقة مماثلة للتقويم والحكم مثل الاستقراء. فكرة التسبيب كطريقة للمرء للاقتراب من اليقين فى العلم هى محض خرافة. كيف أثبت بما يقترب من اليقين أن ثمة نظرية جديدة رائعة فى الفيزياء تقلب أو تعكس معظم افتراضاتى التساؤلية حول الحقيقة سوف لن يتم طبعها غدا؟ أو أننى لست داخل مولد حقيقة تقديرية؟ ولكن كل هذا ليس كالقول بأن المعرفة العلمية تتسم بأنها من "الدرجة الثانية". وبدورها فـفكرة أن الرياضيات تدعى أنها تؤمن اليقين هى من قبيل الأسطورة أو الخرافة أيضًا.

منذ العصور القديمة، فإن فكرة أن المعرفة الرياضية تمتاز عن غيرها، كانت متشاركة مع فكرة أخرى تقول إن بعض الجواهر المجردة ليست مجرد جزء من نسيج الحقيقة بل إنها أكثر حقيقية من العالم الفيزيائى. لقد اعتقد فيثاغورس **Phythagoras** بأن الانتظام والتناسق فى الطبيعة هما تعبير عن العلاقات الرياضية بين الأعداد الطبيعة. وكان الشعار المرفوع "كل الأشياء هى أرقام" ولم يكن مقصودًا المعنى الحرفى للأمر ولكن ذهب أفلاطون **Plato** إلى ما هو أبعد من ذلك حيث أنكر أن العالم الفيزيائى حقيقى بالمرة. لقد لاحظ أو أخذ فى اعتباره أن خبرتنا الواضحة لا تستحق الالتفات، كما أنها خادعة وناقش أن الموضوعات الفيزيائية والظواهر هى مجرد ظلال أو تقليد غير مكتمل كجوهرها أو كينونتها المثالية (المُثُل أو عالم المثال) الذى يوجد فى عالم آخر والذى يمثل الحقيقة الصادقة. إنها تعيش فى ذلك العالم بين أشياء أخرى منها الأرقام الخالصة مثل ١، ٢، ٣، ... وشكل العمليات الرياضية مثل الجمع والضرب. ونحن ربما نفهم بعض ظلال هذه العمليات، مثلما نضع تفاحة على المنضدة ثم نضع على نفس المائدة تفاحة ثانية، وحينئذ نرى أن هناك تفاحتين على المائدة. ولكن التفاحتين تعرضان لنا "الأحادية" و "الثنائية" (ومن هنا فهما تعرضان حالة "التفاحية") ولكن فقط بشكل

غير تام. إنهما ليستا متشابهتين تماما ومن ثم هما ليستا اثنتين حقيقة على المائدة ولا اثنتين من أى شيء. ربما يمكن جعل الأمر بأن العدد ٢ يتمثل فى كونهما اثنتين على المائدة رغم اختلافهما. ولكن هذا التمثيل يظل غير مكتمل أو تام لأننا لا بد من الاعتراف بأن ثمة خلايا قد سقطت من التفاحتين، والتراب، وتأثيره هو والهواء على المائدة ذاتها. وعلى عكس فيثاغورس لم يكن لأفلاطون هدف بذاته يضطره للاجتهاد من أجله أو الكدح حوله. فيما يتعلق بالأرقام الطبيعية الحقيقية لديه تتكون من "مثال" لكل المفاهيم الخاصة بـ "الدوائر" التى نختبرها بينما هى ليست دائرة حقيقية. فهى ليست مستديرة بالكامل ولا مستوية بالكامل، فقط ذات سمك محدود وهى على الجملة غير مكتملة أو تامة. وقد أشار أفلاطون إلى مشكلة. إعطاء صفة عدم التمام لكل ما هو (أرضى) وقد يضيف، إعطاء صفة عدم التمام أيضا لتوجهنا إلى (الدوائر الأرضية) كيف يمكننا أن نعرف شيئًا عن الدوائر التامة أو المكتملة الحقيقية؟ أخيرا عرفنا، ولكن كيف؟ عندما حصل إقليدس Euclid على المعرفة عن الهندسة والتى عبر عنها فى بديهياته المعروفة والشهيرة، عندما لم تتح له دائرة كاملة أو تامة، أو نقطة، أو خط مستقيم؟ من أين يأتى البرهان الرياضى أو اليقين به، إذا المرء لم يستطع أن يفهم الجواهر المجردة التى يشير إليها البرهان؟ كانت إجابة أفلاطون أننا لا نحصل على المعرفة بهذه الأشياء من عالم الظلال والوهم. وإنما بدلا من ذلك يتم التحصّل عليها مباشرة من عالم المثل نفسه. إننا نملك هكذا اقترح، معرفة فطرية بهذا العالم، ثم ننساها فور ميلادنا ثم تبهت وتصبح غامضة مثل طبقات متراكمة من الخطأ ناتجة عن ثقتنا بحواسنا. ولكن الحقيقة يمكن تذكرها عبر كدّنا واجتهادنا فى تطبيقات العقل الذى يمكنه أن يمنحنا اليقين المطلق الذى لا تستطيع أبدًا خبرتنا اليومية أن تمدنا به.

لعلى أتعجب إذا كان شخص ما قد صدق فى أى وقت هذا الخيال الضعيف أو الواهن (بما فيهم أفلاطون نفسه الذى كان فيلسوفا كفؤًا ومؤهلاً والذى صدق فى إخبار الناس بعظيم الكذبات) ومع ذلك فالمشكلة التى وضعها عن كيف يمكننا معرفة،

دع عنك اليقين، أن الجواهر المجردة هى حقيقية بدرجة كافية - وبعض عوامل الحل الذى تقدم به أصبح جزءا من نظرية المعرفة الغالبة منذ ذلك الحين. وبشكل خاص، فإن الفكرة الأساسية فى أن كلا من المعرفة العلمية والمعرفة الرياضية يأتيان من مصدرين مختلفين وأن هذا المصدر الخاص للمعرفة الرياضية يخلع عليها اليقين المطلق، وحتى هذا اليوم يُقبل هذا واقعيًا من جميع الرياضيين بدون أية انتقادات. وفى أيامنا الحالية يسمون هذا بـ " الحدس الرياضى "، والذى يلعب تمامًا نفس الدور بالنسبة لما يقول به أفلاطون من تذكّر " المُثلُ ".

لقد كان ثمة مجادلات قاسية أو مُرّة حول ما هى أنواع أو طرازات الاكتمال التى يمكن أن تعبر عنها الحدوس الرياضية عن المعرفة الموثوق بها، ما الذى يمكن أن تكشف عنه. وبكلمات أخرى فإن الرياضيين يقبلون أن الحدس الرياضى هو من مصادر اليقين المطلق، ولكن لا يمكنهم الموافقة على ما تقوله لهم الحدوس الرياضية ! من الواضح أنها صيغة أو طريقة إلى جدليات لا نهائية وغير قابلة للحل.

من المحتم أن معظم هذه الجدليات قد ركزت كذلك على طرق مختلفة متعددة للبرهان. واحدة من هذه الجدليات تركزت على ما يسمى الأرقام " التخيلية " وهى الجذر التربيعى للأرقام السلبية. نظريات جديدة حول الأرقام العادية الحقيقية تمت البرهنة عليها من خلال إغواء مستويات توسطية للبرهان اعتمادًا على خصائص الأرقام التخيلية. على سبيل المثال كانت النظرية الأولى عن توزيع الأرقام الأولية، قد تم إثباتها بهذه الطريقة. ولكن بعض الرياضيين أشاروا إلى الأرقام التخيلية على أرضية أنها بذاتها غير حقيقية (المصطلحات الجارية ما زالت تعكس الجدليات القديمة، حتى ولو أننا الآن نعتقد أن الأرقام التخيلية حقيقية تماما شأنها شأن الأرقام الحقيقة) أتوقع أن مدرسيهم قد قالوا لهم إنه من غير المسموح لهم أن يقيموا أى جذر تربيعى لسالب واحد، ونتيجة لذلك لم يروا أن أى أحد آخر يمكنه ذلك. لا شك أنهم سموا هذه الموجة غير المتلطفة أو غير الجيّدة من التفكير بـ "الحدس الرياضى". ولكن رياضيين

آخرين كانت لديهم حدوس مختلفة. لقد فهموا متى وكيف تكون الأرقام التخيلية صالحة مع الأرقام الحقيقية. لماذا ؟ اعتقدوا أن المرء لا يستطيع أن يعرف خصائص مجردة جديدة لكى يحصل على الخصائص التى يريدها. بالتأكيد إسباغ الأرضية الشرعية لمنع هذا يعنى أن الخصائص المرغوبة ليست مترابطة أو متماسكة. (هذا هو الإجماع الأساسى الذى ذهب إليه الرياضى: جون هورتن كونواى **John Horton Conway** عندما أشار بقوة وبغير صقل مناسب إلى " حركة تحرير " الرياضيين ونحن نقر بأنه لا أحد قد برهن على أن نظام الأرقام التخيلية يعتبر ذاتى التماسك ولكن أيضا لم يقم أحد بالبرهنة على أن الحساب العادى للأرقام الطبيعية هو بدوره ذاتى التماسك.

هناك جدليات مشابهة حول مصداقية استخدام الأرقام اللانهائية، والمجموعات التى تشمل عوامل لا نهائية عديدة، والكميات المتناهية الصغر بلا حدود التى تستخدم فى حساب التفاضل والتكامل. الرياضى الألمانى الكبير دافيد هلبرت **David Hilbert** هو الذى برهن على البنية التحتية للنظرية العامة للنسبية وأيضا نظرية الكم، قد أشار إلى أنه لاحظ أن الأدبيات الرياضية متخمة بالغرائب والتفاهات اللاتى تجد مصدرا لها فى " اللانهائى ". بعض الرياضيين، كما سنرى، أنكروا مصداقية التسبيب حول خصائص " اللانهائى " على الإطلاق. النجاح الهروبى من هذه المشاكل الجدلية الذى حققه الرياضيون خلال القرن العشرين لم يفعل الكثير لهذه الجدليات. بل على العكس فقد كثّف منها وأظهر جدليات جديدة. وكما أصبح التسبيب الرياضى أكثر صقلا، فقد تعذر عليه اجتناب أنه تقدم أكثر نحو حدوس كل يوم وهى الفكرة التى تفتح الباب لتأثيرين هامين متناقضين الأول أن الرياضيين أصبحوا أكثر تشككًا أو وسوسة تجاه البراهين التى كانت موضوعا لمستويات قاسية أو دقيقة من الانتشار قبل قبولها. ولكن الثانى أن ثمة طرقا قوية للبرهنة قد أُبتكرت والتى لا يتسنى إكسابها المصداقية عبر الطرق القائمة. كما أنها عادة ما تبرز شكوكًا عما إذا كانت طريقة معينة للبرهنة مهما كانت بديهية، هى مؤكدة النجاح بالكامل أو معصومة تمامًا.

وهكذا حول عام ١٩٠٠ كانت هناك مشكلة عاصفة حول أسس الرياضيات. أعنى أنها لا تحوز أية أسس. ولكن ما الذى حدث لقوانين المنطق البحت ؟ ألم يكن مفترضا أن تحل كل الجدليات حول عالم الرياضيات ؟ الحقيقة الشاملة لذلك أن " قوانين المنطق البحت " التى يمكن أن تؤثر على جدليات الرياضيات هى كذلك الآن بالفعل. أرسطو(*) Aristotle فى القرن الرابع قبل الميلاد كان أول من صنف مثل هذه القوانين، وبذلك كان مؤسسا لما نسميه فى يومنا هذا " نظرية البرهان " لقد افترض أن البرهان لا بد أن يشتمل على جمل متتابعة تبدأ ببعض الفرضيات والتعريفات وتنتهى بالنتيجة المرغوب فيها. بالنسبة لأى جمل متتابعة لكى تصبح برهانا صادقا أو له مصداقية، فإن كل جملة وبعيدا عن المقدمات فى البدء، عليها أن تتبع أخرى طبقا لنموذج محدد من القياس المنطقى. والصورة التقليدية له كانت كما يلى:

* كل الرجال فانون

* سقراط هو رجل

---

* (ولذلك) فإن سقراط فان

وبكلمات أخرى، فإن هذه القاعدة تقول إن شكل أى جملة إذا كان من قبيل كل (أ) تحوز الخاصية ب (كما فى كل الرجال فانون) وتظهر فى برهان ما، وكانت جملة أخرى فى شكل " أن (س) هى الفرد (أ) (كما فى سقراط هو رجل) وظهرت أيضا فى ذات البرهان، فإن الجملة " (س) أيضًا تحوز الخاصية (ب) (كما فى الجملة " فإن سقراط فان ") كما يظهر فيما بعد فى البرهان، وهو بالقطع نتيجة ذات مصداقية.

(*) أرسطو Aristotle (٣٨٤ - ٣٢٢ق.م) فيلسوف يونانى ابتدع المنطق الأرسطى الذى تسنّم ذروة المنطق لعدة قرون، كما استشرف كل ميادين المعرفة البشرية، لذا أثرت كتاباته طويلاً وجذريًا على الفكر الغربى والشرقى على السواء، ولكن لم يبق لها الآن سوى الأهمية التاريخية. (المترجم)

والقياس المنطقى يعبر عما يمكن أن تسميه "قواعد الاستدلال" أعنى القواعد التى تعرف الخطوات المسموح بها فى البرهنة، مثل انتقال صدق المقدمات إلى النتائج. وبنفس طريقة الحديث فهى القواعد التى يمكن استخدامها لتحديد ما إذا كان مفاد أى برهان صادقًا من عدمه.

أعلن أرسطو أن كل البراهين ذات المصداقية يمكن أن يُعبَّر عنها عبر شكل القياس المنطقى. ولكنه لم يثبت ذلك ! ومشكلة " نظرية البرهان " أصبحت تعود للرياضة الحديثة والتى تم التعبير عنها عبر القياس المنطقى. ولا استطاع كثير من الرياضيين إعادة صياغتها فى شكل جديد من القياس المنطقى. وكثير من الرياضيين لم يتمكنوا ولا رغبوا فى التمسك أو الالتصاق بحرفية قانون أرسطو، طالما أن البراهين الجديدة بدت وكأنها ذاتية الدليل وحائزة للمصداقية مثلها مثل التسبيب الأرسطى. وتقدمت الرياضة إلى الأمام. ثمة أدوات جديدة مثل المنطق الرمزى ونظرية المجموعات سمحت للرياضيين أن يقيموا علاقة بين أبنية رياضية وأخرى بطرق جديدة. وهذا من شأنه إقامة حقائق ذاتية الدليل ومستقلة بعيدا عن القواعد التقليدية للاستدلال والتى أصبحت بها تلك القواعد غير كافية أو ملائمة. ولكن أى من هذه الطرق الجديدة للبرهنة أصبح معصوما من الخطأ على نحو دقيق أو عبقرى؟ وكيف كانت قواعد الاستدلال يجب التعامل معها بما يصلحها والتى أُعتبرت خطأ من جانب أرسطو ؟ وكيف يمكن استعادة سلطة القواعد القديمة إذا لم يستطع الرياضيون الموافقة على ما هو بديهى وما هو عديم المعنى؟

وفى الوقت نفسه استمر الرياضيون فى بناء قلعتهم التجريدية فى السماء. ولأسباب عملية فقد بدى كثير من تلك الأبنية على أنه ذو صدى. البعض منها أصبح لا مفر منه فى مجال العلم والتقنية، وأغلبها ارتبط بأبنية شروح جميلة ومثمرة. ومع ذلك لا أحد يمكنه أن يضمن أن البناء ككل، أو أى جزء جوهرى منه لم يؤسس على تناقض منطقى قد يجعله فى النهاية بلا معنى. وفى عام ١٩٠٢ أثبت برتراند رسل Bertrand

Russell أن الطريقة أو المخطط الذى من شأنه التعريف بنظرية المجموعات بصرامة ودقة، وهى النظرية التى اقترحها قبل ذلك بقليل المنطقى الألمانى جوتلب فريج Gottlob Frege، لم تكن مترابطة أو متماسكة. ولم يكن يعنى هذا أنها بالضرورة غير صالحة لاستخدام المجموعات فى البرهنة. بالطبع، افترض قلة من الرياضيين بشكل جدى، أن أيًا من الطرق المعتادة لاستخدام المجموعات، أو الحساب أو أى من الأفرع الأساسية للرياضيات، ربما تصبح هى الأخرى غير صالحة. والذى كان صادما فى النتيجة التى توصل إليها رسل، كان كذلك فقط بالنسبة للرياضيين الذين اعتقدوا أن موضوعهم يقع فى الدرجة الأولى أو المستوى الأول من الوسائل التى تعطى اليقين المطلق عبر برهنة النظريات الرياضية. الجدل الممكن حول مصداقية الطرق المختلفة للبرهان هى التى حددت الأمر برمته والغرض منه (كما كان مفترضًا).

وعلى هذا شعر كثير من الرياضيين أن عليهم، وعلى وجه السرعة، أن يضعوا نظرية البرهان ومن ثم الرياضة ذاتها فوق أساس آمن. وبعد احتلالهم لمقدمة ما أُعتبر تقدمًا فى المجال، عليهم أن يعززوا تعريفا لمرة واحدة ونهائية لأى نوع من البراهين التى يمكن أن تكون آمنة بصفة مطلقة، وأيها التى ليست كذلك وأيا ما كانت منطقة الأمان الخارجية يمكن الالتفات عنها وإسقاطها، وأيها تكون داخلية وتمثل الأساس الروحى لكل رياضة مستقبلية.

وعند هذه النهاية أعلن الرياضى الهولندى لوتزين إجبرتوس جان بروير Luitzen Egbertus Jan Brouwer استراتيجية محافظة لنظرية البرهان، والمعروفة بـ "الحدسية" والتى ما زالت موروثة حتى يومنا هذا. يحاول الحدسيون تفسير "الحدس" بأضيق الطرق فهما، ويحتفظون فقط بما يعتبرونه غير قابل للتحدى من أوجه ذاتية الدليل. ثم يتصاعدون بالحدس الرياضى، كما يعرفونه، لحالة أكثر ارتفاعًا حتى مما ادعاه أفلاطون: إنهم يرون أنه أوّلى وسابق حتى عن المنطق البحت. وهكذا يرون المنطق ذاته لا يستحق الاعتداد به إلا إذا تم تقويمه والحكم عليه من خلال الحدس الرياضى. فمثلا

هم ينكرون إمكانية الحصول على حدس مباشر عبر أى كينونة لا نهائية. وعلى ذلك ينكرون أية مجموعات لا نهائية مثل مجموعة الأرقام الطبيعية، ويرون أنها غير متمتعة بالوجود على الإطلاق. والاقتراح القائل بأنه توجد أعداد طبيعية كثيرة غير نهائية هم يعتبرون أن دليله الذاتى زائف. والاقتراح القائل إن ثمة بيئات "كانتجوتو" أكثر من البيئات الفيزيائية الممكنة يعتبرونه اقتراحًا بلا معنى.

من الناحية التاريخية فقد لعبت "الحدسية" دورا تحريريا كما فعل الاستقراء. لقد جرؤت على التساؤل عما نتلقاه من يقينيات والتى كان بعضها بالطبع زائفا. أما عن كونها نظرية إيجابية عما هو برهان رياضى صادق أو صالح من عدمه فإنها لا تستحق شيئا. بالطبع تعبّر "الحدسية" فى الرياضة عما تقول به نظرية "الأنانة" كلتاهما تعبر عن رد فعل مبالغ فيه لفكرة أننا لا نستطيع التأكد مما نعرفه عن العالم العريض. كلتاهما ترى أن الحل يكمن فى التراجع لعالم داخلى والذى من المفترض أن نعرف عبره مباشرة ولذا (؟) يمكننا التأكد من صدق ما نعرفه. فى كلتا الحالتين يتعلق الحل بإنكار وجود - أو على الأقل التفسيرات المعلنة - ما هو موجود خارجنا. وفى كلتا الحالتين هذا الارتداد إلى الداخل يجعل من غير الممكن شرح الكثير مما يقع داخل المجال المعْنِى. وعلى سبيل المثال ولو أنه بالطبع زائف، كما يرى الحدسيون، أنه يوجد العديد واللانهائى من الأعداد الطبيعية، إذن يمكننا أن نستخرج أن من الضرورى فقط وجود العديد منهم. إلى أى حد هذا العديد؟ وإذن مهما كان عددهم لماذا لا نشكل حدسًا للرقم الطبيعى التالى لهذا العدد؟ سوف يشرح الحدسيون هذه المعضلة بالإشارة إلى أن المناقشة التى ذكرتها توًا تفترض صلاحية المنطق العادى. وبصفة خاصة أنها تتعلق باستخراج من حقيقة أنه لا يوجد العديد اللانهائى من الأرقام الطبيعية، أنه لا بد يوجد عدد خاص نهائى منهم. قاعدة الاستنتاج المتصلة بالموضوع تسمى: "قانون استبعاد الوسط" وتقول هذه القاعدة أن أى افتراض "ى" (مثل وجود العديد واللانهائى من الأرقام الطبيعية)، ليس هناك إمكانية ثالثة تقع بين صدق "ى"

وعدم صدقها (يوجد العديد من العديد واللانهائى من الأرقام الطبيعية) لتكون صادقة. الحدسيون ينكرون بشكل بارع "قانون استبعاد الوسط".

طالما فى عقول معظم الناس، أن قانون استبعاد الوسط نفسه يستند إلى حدس قوى، فإن رفضه يسبب طبيعياً لغير الحدسيين قدراً من الاندهاش عما إذا كان حدس الحدسيين صالحا على الإطلاق. أو إذا اعتدنا أن قانون استبعاد الوسط ينتسب أو يتجذّر فى حدس منطقى، فإن هذا يقودنا لإعادة فحص التساؤل عما إذا كان الحدس المنطقى يُبطل أو ينسخ المنطق. عند أى مستوى يكون ذلك ذاتى الدليل.

ولكن كل هذا كان فقط من أجل نقد الحدس من الخارج وهو ليس عدم برهنة ولا أن الحدس لا يمكن البرهنة عليه أبدا. إذا أصرّ بعضهم على أن أى افتراض متماسك ذاتيا، هو ذاتى الدليل أيضا بالنسبة لهم. كما لو أصروا أنهم وحدهم الموجودون فإنه لا يمكن البرهنة على خطأ الحدسيين. وأيا ما كان الأمر، فمثل ما كان مع "الأنانة" بشكل عام، فإن الخطأ المميت للحدس لا يتكشف عند مهاجمتها، وإنما عندما تؤخذ بجدية وعبر مصطلحاتها هى ذاتها. الحدسيون يؤمنون بحقيقة وجود عدد نهائى من الأرقام الطبيعية ١، ٢، ٣، ... وحتى ١٠، ٨٥٩، ٦٥٠، ٧٦٩، ١٠٩٤٩ ولكن جدل الحدسيين يقول إنه لأن كل رقم من هذه الأرقام له ما يخلفه من الأرقام فإنها تأخذ شكل متتابعة لا نهائية. أليس فى وجهة نظر الحدسيين شىء أكثر من الانحلال الذاتى أو التظاهر أو التصنع والذى حرفيا لا يمكن الدفاع عنه. ولكن بإحماء الصلة بين وجهة نظرهم فى الأرقام الطبيعية المجردة وبين الحدس بأن هذه الأرقام تميل بشكل جذرى إلى التشكّل، فقد أنكر الحدسيين أنفسهم البناء التفسيرى المعتاد الذى من خلاله يتم فهم هذه الأرقام. وهذا بدوره يبرز مشكلة أمام من يفضلون شرح التعقيدات غير المفسرة. بدلاً من حل هذه المشكلة بإمدادنا ببديل أو بناء تفسيرى أعمق للأرقام الطبيعية، تفعل الحدسية تماما كما يفعل التحقيق أو الاستجواب وكما تفعل "الأنانة": تتراجع أكثر عن التفسير، إنها تقدم مزيداً من التعقيدات غير المفسرة (فى هذه الحالة إنكار

قانون استبعاد الوسط) التى تستـهدف فقـط ما يسمـح للحدسـيين لأن يتصرفوا كما لو أن تفسيرات خصـومهـم صحيحة، بينما لا يستخرجون منها أى نتيجة عن الحقيقة.

تمامًا كما بدأت "الأنانة" بالرغبة فى تبسيط تحول رهيب وعالـم غـير يقينى، ولكن عندما نأخذها بجدية تتحـول إلى ثمة تعقيدات ضـرورية وناقصـة الواقعيـة، وهكذا تنتهى "الحدسية" بأن تصبح من أكثر المذاهب معاداة للحدس سبق التصريح بها.

اقترح دافير هيلبرت **David Hilbert** خطة أكثر اقترابا من الحس العام - وإن ظلت مُدانة إطلاقًا - لتأسيس يقين للطرق الرياضية مرة واحدة وللأبد. وخطة هيلبرت تقوم على فكرة المتانة أو التماسك. لقد تمنى أن يضع مرة واحدة وللأبد مجموعة قواعد كاملة وحديثة لاستنتاج البراهين الرياضية ولها خصائص معينة. سوف تكون ثمة نهاية للأرقام. سوف تكون قابلة للتطبيق تمامًا وباستمرار بحيث أن تحديد ما إذا كان البرهان مُرضيًا من عدمه لهم سيكون مسالة اختبار أو خبرة جدلية. من المفضل أن تكون هذه القواعد ذاتية الدليل حدسيا، ولكن ذلك لن يكون اعتبارًا حاسمًا أو يستحق الالتفات إليه بالنسبة لبراجماتية (نفعية) هيلبرت. سوف يكون راضيًا إذا كانت هذه القواعد متوافقة فقط وبشكل متوسط مع الحدس، بالإضافة إلى إمكانية تيقنه من أنها ذاتية التماسك. بمعنى أنه لو اعتمدت هذه القواعد على برهان معين على أنه صالح، فسيريد أن يتأكد بأنها لن تعتمد أبدا على برهان يقول بعكس النتيجة التى توصل إليها البرهان الأول. كيف له أن يتأكد من مثل هذا؟ فى هذه المرة، سوف يتم البرهنة على التماسك باستخدام طريقة للبرهان تشايع هى نفسها نفس قواعد البرهان. وعندئذ تمنى هيلبرت أن يتم إحياء الكمال واليقين الأرسطى، وأن أى جملة رياضية صادقة يمكن من حيث المبدأ أن تكون قابلة للبرهنة فى ظل هذه القواعد، بينما لن يمكن ذلك بالنسبة للجملة الزائفة أو غير الصادقة. فى عام ١٩٠٠ وقد بدأ القرن ينحسر نشر

هيلبرت قائمة مسائل أمل أن يقوم الرياضيون بحلها قبل انتهاء القرن. المسائل العشرة كانت لتجد مجموعة من قواعد الاستنتاج لها الخصائص السالفة وبنفس مستوياتها للبرهنة على تماسكها.

كان هيلبرت سيصبح محبطا بالقطع. إذ بعد مرور واحد وثلاثين عاما أقام كيرت جودل نظرية ثورية للبرهان ذات جذور وفروع فى رفض الهيكل البنائى الذى لا تزال تتعلق به الرياضيات والمنطق: لقد برهن على أن مسائل هيلبرت العشرة غير قابلة للحل. لقد أثبت أولا أن أى مجموعة قواعد للاستنتاج قابلة لتصحيح صلاحية حتى براهين الحساب العادى لا يمكنها أبدًا تصحيح صلاحية برهان على تماسكها هى نفسها. وبالتالى فليس ثمة أمل فى العثور على مجموعة قواعد متماسكة للاستنتاج وقابلة للبرهنة عليها، وهى تلك التى تخيلها هيلبرت. وأثبت جودل ثانيًا أنه إذا وجدت مجموعة قواعد للاستدلال (ذات ثراء مقبول أو مثمرة بشكل مقبول) فى فرع من فروع الرياضيات فلا بد أنه توجد طرق صالحة لإثبات أن تلك القواعد غير قابلة للتخيل. وهذا ما يسمى بـ "نظرية عدم التمام" لـ"جودل Goedel" وللبرهنة على هذه النظرية، استخدم جودل امتدادًا ملحوظا لجدلية كانتور Cantor "القطرية" التى أشرت إليها فى الفصل السادس. لقد بدأ بالأخذ فى اعتباره أى مجموعة متماسكة من قواعد الاستنتاج. وبعدئذ أوضح لنا كيفية إنشاء، اقتراح غير ممكن البرهنة أو عدم البرهنة عليه فى ظل تلك القواعد ثم أثبت أن هذا المقترح صادق.

لو أن برنامج هيلبرت قد جرى العمل به، لكانت لديه أخبار عن مفهوم الحقيقة الذى أقوم بتسويقه فى هذا الكتاب، حيث كان سيزيل أهمية فهم الحكم على الأفكار الرياضية. أى واحد - أو أى ماكينة غير ذات عقل - يمكنها تعلم قواعد هيلبرت المأمولة للاستنتاج، وسوف يكون قادرًا على الحكم على الافتراضات الرياضية بجودة كتلك التى يحرزها أكثر الرياضيين براعة، حتى بدون الحاجة لبصيرة أو فهم الرياضيين، وحتى لو امتلكوا أكثر "المفاتيح" نأيا، والتى دار حولها الاقتراح. من حيث

المبدأ صار ممكنا الإتيان بمكتشفات رياضية جديدة دون أية معرفة بالرياضيات على الإطلاق. على المرء أن يبحث – ببساطة – أو يراجع أى خط من الأرقام أو الحروف أو الرموز الرياضية بترتيب أبجدى حتى يستطيع واحد منهم أن يجتاز اختبار صيرورته برهانًا على أو لا برهان لبعض الحدوس المشهورة وغير المحلولة – من حيث المبدأ يمكن للمرء أن يضع مقولة جدلية رياضية دون أن يفهمها هو إطلاقا، ودون حتى فهم الرموز التى احتوتها، دع عنك فهم كيف يعمل البرهان، أو ما الذى تم إثباته، وما هى طريقة الإثبات، ولماذا يعتمد عليها.

لو كان يبدو أن إنجاز وحدة مستوى للبرهنة فى مجال الرياضيات كان على الأقل سيساعدنا فى الإطار العام تجاه نظرية "التوحيد" – بمعنى تعميق معرفتنا والتى أشرت إليها فى الفصل الأول. ولكن الحالة على العكس. مثل نظرية "كل شىء" التنبؤية فى الفيزياء. فإن قواعد هيلبرت لم تخبرنا شيئا بالكاد عن "نسيج الحقيقة". إنهم وأينما تذهب الرياضة يحققون الإنقاص المطلق للرؤى، يتنبئون بكل شىء (من حيث المبدأ)، إنما لا يشرحون أو يفسرون شيئًا. والأكثر من ذلك، أن الرياضة لو كانت قادرة هكذا على "الإنقاص" فإن كل السمات غير المرغوبة التى ناقشتها فى الفصل الأول على أنها غائبة عن بناء المعرفة البشرية، سوف تكون حاضرة فى الرياضيات: سوف تشكل الأفكار الرياضية هيراركية أو طبقية تكون جذورها متمثلة فى قواعد هيلبرت. والحقائق الرياضية التى كان التحقق منها معقداً جداً عبر القواعد المعروفة، سوف تكون موضوعيًا أقل أساسية عن تلك التى يمكن التحقق منها فورا عبر القواعد. وطالما سيكون لدينا مددا دائما ونهائيا من تلك الحقائق الأساسية الصادقة، فمع مضى الوقت سوف تصبح الرياضيات مهمومة بالمسائل الأقل أساسية وربما تصل الرياضيات إلى نهاية تتوقف بعدها، فى ظل هذه البدهية الموحشة أو القابضة للصدر. إذا لم تفعل الرياضة فإنها سيتعذر عليها تجنب التشظى إلى ما هو أكثر من التخصصات الملغزة، مثل تعقيدات الأشياء "المنبثقة" التى انتشر أو تزايد

إجبار الرياضيين على دراستها، ومثل العلاقات بين هذه الأشياء، وأسس الموضوعات التى أصبحت أكثر نأيا عنا.

وبفضل جودل، نحن نعرف أنه لن تكون هناك أبدا طريقة مؤكدة لتحديد ما إذا كان افتراض رياضى ما صادقا بأكثر من أن هناك طريقة مؤكدة لتحديد ما إذا كان افتراضًا علميا صادقا. ولن تكون هناك طريقة مؤكدة لتوليد معرفة رياضية جديدة. ولذلك سيعتمد التقدم فى الرياضيات على خبرة الإبداع سيكون ممكنًا للرياضيين وضروريا لابتكار طرازات جديدة من البرهان. سوف يجعلها صالحة من خلال جدلياتهم وطرق شرحهم الجديدة المعتمدة على تقدمهم فى فهم الجواهر المجردة المتعلقة بها. نظريات جودل كانت على هذه الحالة: إثبات ذلك، كان عليه أن يبتكر طريقة جديدة فى البرهان. لقد قلت أن طريقته اعتمدت على "الجدلية القطرية"، ولكنه امتد بهذه الجدلية على نحو جديد. إن شيئا لم يتم إثباته على هذا النحو من قبل؛ لم يتم وضع قواعد استنتاج بمعرفة أى واحد لم يرى أبدا طريقة جودل وله بصيرة كافية كان يمكنه أن يتصور أو يتخيل أن هذه القواعد صالحة. ولا من حيث أنها ذاتية الدليل. من أين تأتى "ذاتية الدليل" هذه؟ إنها تأتى من فهم جودل لطبيعة البرهان. براهين جودل إجبارية كشأن أى من الرياضيات، ولكن فقط إذا المرء فهم أولا الشروح المصاحبة لها.

وهكذا فإن الشروح، بعد كل شىء، تلعب نفس الدور الأسمى والعظيم فى الرياضة البحتة كما تفعل فى مجال العلم. تفسير العالم وفهمه - العالم الفيزيائى وعالم التجريد الرياضى - كليهما موضوعات للتجربة. البرهان من ناحية والملاحظات من الناحية الأخرى هى مجرد وسائل نراجع عبرها تفسيراتنا وشروحنا.

واستطاع روجر بنروز Roger Penrose أن يذهب إلى أبعد من ذلك من خلال درس راديكالى وأفلاطونى استقاه من النتائج التى توصل لها جودل. ومثل أفلاطون كان بنروز مفتونا بقابلية العقل البشرى للإمساك بالخصائص المجردة للرياضيات.

وعلى عكس أفلاطون لم يعتقد بنروز بالطبيعة الفائقة، وإنما اعتبر، وبشكل مضمون، أن العقل البشرى جزء من العالم الطبيعى ولا يتصل إلا به. ولذا كانت المسألة بالنسبة له أكثر لطفا مما كانت بالنسبة لأفلاطون: كيف للعالم الفيزيائى المشوش وغير القابل للاعتماد عليه أن يقدم يقينيّات لجزء منه هو أيضا مشوش وغير قابل للاعتماد عليه كالرياضيين مثلا؟ وبصفة خاصة فقد تعجب بنروز كيف يمكن إدراك العصمة من الخطأ فى الأشكال الجديدة الصالحة من البراهين، والتى أكد جودل أنه سيكون لدينا منها مدد لا نهائى.

لا يزال بنروز يعمل على إجابة تفصيلية، ولكنه ادعى أن الوجود البالغ لهذا النوع غير المحدود للحدس الرياضى هو أساسا متعذر اقتراحه أو حمله على البناء القائم للفيزياء، بصفة خاصة يتعذر اقتراحه مع مبدأ تورنج. وتلخيص مناقشته فى الأمر تكون على النحو التالى. إذا كان مبدأ تورنج صادقا، فمن الممكن اعتبار الدماغ (كأى موضوع آخر) ككمبيوتر ينفذ برنامجا معينا. وتفاعلات الدماغ مع البيئة تمثل المدخلات والمخرجات لهذا البرنامج. الآن اعتبر أن رياضيا ما فى حالة اتخاذ قرار عما إذا كان طراز جديد مقترح من البراهين صالحًا من عدمه. صنع هذا القرار يعادل تنفيذ برهان تصحيحى لبرنامج الكمبيوتر فى عقل أو دماغ الرياضى. مثل هذا البرنامج يتضمن مجموعة من قواعد هيلبرت للاستنتاج، والتى طبقا لنظرية جودل، يصعب أن تكون تامة أو مكتملة. والأكثر من ذلك، كما قلت، أن جودل أمدنا بطريقة الإنشاء والبرهنة على مقترح صادق وهى ما لم تتعرف تلك القواعد عليها أبدا بوصفها مبرهنا عليها. ولذلك فإن الرياضيين، والذين تعمل أدمغتهم بكفاءة ككمبيوتر يطبق هذه القواعد لا يمكنهم التعرف أيضا على أن مقترحًا ما، قد تمت البرهنة عليه. وبعدئذ فإن مقترحات بنروز تشهدنا على أن مقترح جودل وطريقته للبرهنة على أنه صادق، وذلك للرياضيين أنفسهم. الرياضيون يفهمون البرهان: إنه بعد كل شىء صالح من حيث إنه صالح الدلالة، ومن ثم من المفترض أن الرياضيين يرون أنه صالح. ولكن هذا يتعارض مع

نظرية جودل. ومن ثم فهناك افتراض زائف فى مكان ما من الجدلية. وقد اعتقد بنروز أن هذا الفرض الزائف أو الكاذب هو مبدأ تورنج.

معظم علماء الكمبيوتر لا يوافقون بنروز على رأيه بأن مبدأ تورنج هو الحلقة الأضعف فى هذه القصة. سوف يقولون أن الرياضى فى هذه القصة بالطبع لن يكون قادرا على تمييز المقترحات التى قال بها جودل على أنه تمت البرهنة عليها. ولعله يبدو سخيفا أن رياضيا ما سيصبح فجأة غير قادر على فهم برهان ذاتى الدليل. ولكن انظر إلى الافتراض التالى:

"دافيد دويتس لا يستطيع الحكم بثبات على أن هذه الجملة صادقة"

أنا أحاول بأقصى جهد لدى، ولكننى غير مستطع أن أحكم بدون تناقض على أنها صادقة. لأننى لو فعلت سيكون بمثابة الحكم بأننى لا أستطيع الحكم بأنها صادقة وكأننى أناقض نفسى. ولكنك تستطيع أن ترى أنها صادقة، ألا يمكنك؟ وهذا يرينا كيف أن مقترحاً غير مفهوم من شخص ما بينما هو ذاتى الدليل وصادق بالنسبة لكل الآخرين.

وعلى أية حال فإن بنروز يأمل فى نظرية أساسية للفيزياء تحل محل كل من النظريات العامة للنسبية ونظرية الكم. إنها قد تؤدى إلى تنبؤات جديدة لها مذاق مقبول ولكنها بالطبع سوف تتفق مع نظرية الكم والنظرية العامة للنسبية بالنسبة إلى كل المشاهدات القائمة (ليس ثمة تجارب معروفة تتعارض مع هاتين النظريتين). ومع ذلك فإن عالم بنروز، يختلف أساسيًا وبشدة عما تصفه الفيزياء الموجودة. نسيج الحقيقة الرئيسى فيه هو ما تسميه عالم التجريدات الرياضية. وبهذا المعنى فإن بنروز الذى تشمل الحقيقة لديه كل التجريدات الرياضية، ولكن ربما ليس كلها (مثل الشرف والعدل)، إنما يقع فى مكان ما وسط بين أفلاطون وفيثاغورث. ما نسميه العالم الفيزيائى هو حقيقى بالكامل بالنسبة إليه (اختلاف آخر عن أفلاطون) ولكنه على نحو فإن جزءاً منه ينبثق عن الرياضيات نفسها. والأكثر من ذلك ليس ثمة عالمية، وبصفة

خاصة، ليس ثمة ماكينة يمكنها أن تحاكى عمليات التفكير البشرى المكنة. ومع ذلك، فإن العالم (خاصة بالطبع، مادته الرياضية "المُخمرّة") يظل مفهومًا. وقابليته تلك للفهم ليست مؤكدة بسبب عالمية الكمبيوترات ولكن من خلال ظاهرة جديدة على الفيزياء (ولو أنها ليست كذلك لأفلاطون) وهى الخصائص الرياضية التى تتفجر بشكل مباشر فى العقل البشرى، عن طريق عمليات فيزيائية حتى يمكن اكتشافها والتعرف عليها. وبهذه الطريقة، طبقا لبنروز، فإن الدماغ لا يقوم بعمليات الرياضية فحسب بالرجوع لما نسميه عادة بالعالم الفيزيائى. إن له توجّه مباشر للحقيقة عند أفلاطون والمتعلقة بالمثُل الرياضية ويمكنه فهم الحقائق الرياضية هناك (ولنضع قابلية الخطأ جانبا) بيقين مطلق.

مما يُقترح عادة أن الدماغ ربما يكون كمبيوتر كمى، وأن قابليات: حدوسه، والوعى، وحل المشاكل كلها تعتمد على الحوسبة الكمية. ربما يكون الأمر كذلك، ولكننى لا أعرف دليلا عليه ولا مناقشة مقنعة على أنه كذلك. ورهانى الحق على الدماغ باعتباره كمبيوتر، هو من الطراز القديم (الموجود حاليا) "ولكن هذا الموضوع مستقل عن أفكار بنروز. إنه لا يناقش أن الدماغ كمبيوتر عالمى جديد، مختلف عن الكمبيوتر الكمى العالمى عن طريق امتلاكه لخاصية إعادة عرض أكثر اتساعا للحوسبة التى يمكن أن يحويها الجديد من الفيزياء قبل الكمية. إنه يناقش من أجل فيزياء جديدة لن تدعم أى حوسبة عالمية، ومن ثم فإنه فى ظل نظريته لن يكون ممكنا تفسير بعض أنشطة الدماغ على أنها حوسبية على الإطلاق.

لا بد أن أعترف بعدم استطاعتى فهم مثل هذه النظرية ومع ذلك ما دام التقدم المفاجئ فى العلم يعد أساسيا أن يصبح المطلوب أن يتم أى فهم له قبل أن يقع بالفعل. ومن الصعب الحكم على نظرية بنروز قبل أن يشكلها بشكل كامل. وإذا كانت ثم نظرية لها الخصائص التى يأملها من شأنها أخيرا أن تبطل أو تنسخ نظرية الكم أو النسبية العامة، أو كليهما، سواء باجتياز الاختبارات التجريبية أو بمدّنا بمستوى أعمق

من التفسير، إذن فإن أى شخص عاقل سوف يتبناها. وحينئذ سوف نقبل مغامرة فهم وجهة النظر الجديدة عن العالم التى سيجبرنا على تبنِّيها البناء التفسيرى للنظرية. إن الأمر يشبه كما لو أنها وجهة نظر عن العالم مختلفة عن التى أقدمها فى هذا الكتاب. ومع ذلك لو استطعنا تمرير كل ذلك، فأنا، رغمًا عن ذلك، سأخسر رؤية الدافع الأصلى وراء ذلك، وهو تفسير قابليتنا للإمساك ببراهين رياضية جديدة، وهو الأمر الذى يكفينى. والحقيقة الباقية هى: الآن وعبر التاريخ كانت ثمة صراعات بين كبار الرياضيين حول الطرق المختلفة للبرهان. وهكذا فلو أنه صحيح أن هناك حقيقة "نفسية - رياضية" مطلقة تغذى صدقيتها أو صلاحيتها مباشرة فى أدمغتنا لتنشىء حدوسًا رياضية، فإن الرياضيين لم يكونوا قابلين دوما على تمييز هذه الحدوس عن الأخرى الخاطئة والأفكار الخادعة. ولسوء الحظ ليس ثمة أجراس لتدق أو أضواء لتبرق عندما نفهم برهانا صادقا وصالحا. ربما نستشعر أحيانا بهذا الضوء، فى لحظة تيقظ، ومع ذلك يكون خاطئا. وحتى لو تنبأت النظرية بأن هناك بعض المؤشرات الفيزيائية السابقة تصاحب الحدوس الصادقة (أصبح هذا الآن غير قابل للتصديق) فلربما سيكون ذلك مفيدا، ولكنه غير معادل أو متساوى مع برهان يؤكد أن المؤشر يعمل. لا شىء يمكنه البرهنة على أن نظرية فيزيائية أحسن سوف تبطل نظرية بنروز يومًا ما، وتكشف أن هذا المؤشر لا يمكن الاعتماد عليه بعد كل شىء، وأنه يوجد مؤشر آخر أفضل منه. وهكذا حتى لو قدمنا كل ما هو ممكن من تنازلات لمقترح بنروز، لو تخيلنا أنه صادق واستخدمنا مصطلحاته تماما فى التعبير عن وجهة نظرنا عن العالم، كل ذلك لن يفيدنا أو يساعدنا فى تفسير اليقين المزعوم فى المعرفة التى نحصل عليها من الرياضيات.

لقد قدمت فقط رسمًا تصغيريًا تبسيطيًا للجدل بين بنروز وبين المناوئين له. ولا بد أن القارئ سيفهم من ذلك أننى اتخذت جانب المناوئين. ومع ذلك لو تم استنتاج أن جدل بنروز - جودل قد فشل فى إثبات ما كان ينوى إثباته، واقتراحه بنظرية فيزيائية

جديدة يبدو أنه يشبه تفسيراً لما كان يزمع تفسيره. ومع ذلك فقد كان بنروز محقًا فى أن أى وجهة نظر عن العالم تقوم على المفهوم القائم بأن العقلانية العلمية تنشىء مشكلة للأسس المقبولة فى الرياضيات (أو كما يمكن أن يقوله بنروز: أى الوضع العكسى). تلك هى المشكلة القديمة التى أقامها أو أبرزها أفلاطون، المشكلة التى أشار إليها بنروز، والتى أصبحت أكثر لطفًا فى ظل نظرية جودل ومبدأ تورنج. وهى: فى الواقع الحقيقى المكوّن من الفيزياء والمفهوم عبر الطرق العلمية، من أين يأتى اليقين فى الرياضيات؟ بينما يعتبر معظم الرياضيين وعلماء الكمبيوتر أن اليقين المتحصل عن الحدس الرياضى من قبيل المضمون، فإنهم لم يأخذوا مشكلة التوفيق بينه وبين وجهة النظر العلمية عن العالم، بالجدية اللازمة، بنروز فعل ذلك، واقترح حلا تصور فيه عالما مفهوما، رافضا القوى فوق الطبيعية، معترفا بالإبدا ع كمسألة مركزية فى الرياضيات، واصفا الحقيقة الموضوعية لكل من العالم الفيزيائى والخصائص التجريدية، ملحقا به توحيدا بين أسس الرياضة والفيزياء. وفيما يتعلق بكل هذا أنا فى جانبه.

وطالما أن محاولات هيلبرت وبنروز لمواجهة تحدى أفلاطون لا يبدو أنها نجحت. فالأمر يستأهل النظر مرة أخرى للتحدى الظاهر أو الواضح من أفلاطون لفكرة أن الحقيقة الرياضية يمكن الحصول عليها بأساليب العلم.

أول كل شىء، ذكر لنا أفلاطون أنه طالما وجّهنا أنفسنا فقط للدوائر غير التامة أو الصحيحة (مثلا) فإننا إذن لن نحصل على أى معرفة عن الدوائر الصحيحة. ولكن لماذا لا، بالضبط؟ وبالمثل يمكن للمرء أن يقول بعدم استطاعة اكتشاف قوانين الكواكب لأننا لم نتوجه إلى الكواكب الحقيقة وإنما فقط تخيلنا الكواكب (البحث قال هذا، وقد شرحت لماذا كان ذلك من قبيل الخطأ). وبالمثل يمكن للمرء أن يقول إنه يستحيل بناء أدوات دقيقة لماكينة لأن هذه الأدوات سوف تبنى بأدوات غير دقيقة. وبالاستفادة بالإدراك المتأخر، يمكننا رؤية أن هذا الخط من الانتقاد يعتمد على صورة مشوشة لكيف يعمل العلم – شىء مثل الاستقراء – وهو ما يدهشنا بشده طالما أن أفلاطون قد عاش قبل

ما يمكن تمييزه كعلم. ومثلا لو قلنا إن الطريقة الوحيدة لتعلم شىء عن الدوائر من التجربة تتمثل فى فحص أو تجربة آلاف من الدوائر الفيزيائية وبعدئذ ومن المعلومات المتراكمة نحاول استنتاج شىء عن تجريدية نظرائها الإقليدية. فإن أفلاطون ستكون له نقطة فى جانبه أو صالحه هنا. ولكن لو نحن شكلنا بديهية بأن الدوائر الحقيقية تشبه الدوائر المجردة فى نواح معينة، وحدث أننا كنا على حق، فإننا ربما نكون قد تعلمنا شيئا عن الدوائر المجردة بالنظر إلى الدوائر الحقيقية. فى الهندسية الإقليدية من المعتاد أن يستخدم المرء الرسوم البيانية لتحديد مشكلة هندسية أو حلها. ثمة إمكانية للخطأ فى مثل هذه الطريقة للوصف لو أن عدم كمال الدوائر المرسومة أعطانا انطباعًا مخادعًا، على سبيل المثال لو بدا أن دائرتين يتماسان بينما هما ليستا كذلك. ولكن لو فهم المرء العلاقة بين الدوائر الحقيقية والدوائر الكاملة، فإن المرء يمكنه من خلال العناية الكافية أن يستبعد مثل هذه الأخطاء. وإذا لم يفهم المرء تلك العلاقة يصبح من المستحيل عمليا فهم الهندسة الإقليدية على الإطلاق.

الضمان لمعرفتنا بالدائرة الكاملة أو التامة التى يحصل عليها المرء من رسم تخطيطى يتوقف كلية على صحة الفرضية القائلة بأن مشابهة كل منهما للأخرى نسبية. مثل هذه الفرضية تشير إلى موضوع فيزيائى (الرسم التخطيطى) يماثل نظرية فيزيائية ولا يمكن أن يعرف أبدًا كيقين. ولكن هذا، كما سيكون عند أفلاطون، لا يحول دون إمكانية دراسة الدوائر الكاملة من الخبرة، إنها فقط تمنع أو تحول دون اليقين. وهذا لا يقلق أحدًا يبحث عن التفسيرات - وليس اليقين.

هندسة إقليدس يمكنها أن تتشكل بالكامل تجريديا بدون رسوم ولكن الطريقة التى تستخدم بها الأعداد والحروف والرموز الرياضية فى برهان رمزى يمكنها أن تثمر يقينًا بأكثر مما تفعله الرسوم التخطيطية ولنفس السبب. الرموز أيضا هى موضوعات فيزيائية - نموذج من حبر على ورقة مثلاً- والتى تدل على موضوعات فيزيائية أو ترمز إليها. ومرة أخرى نحن نعتمد كلية على الفرضية بأن سلوك الرموز المجردة ستتواصل

مع سلوك المجردات التى تشير إليها ومن هنا فإن اعتمادية ما نتعلمه بالتعامل مع هذه الرموز، يتوقف كلية على دقة نظرياتنا عن سلوكها الفيزيائى، وعن سلوك أيدينا. وعيوننا .. وهكذا .. وعن تعاملاتنا وما نلحظه على الرموز والمكيدة فى هذا تتسبب فيها مصادفة التغير فى مظهر الرمز فى وقت لا تنظر فيها إليه - ربما مع ظروف التحكم عن بعد بـ **remote control** لجهاز معين عالى التقنية - وهو ما يمكن أن يخدعنا فيما نعرفه على سبيل اليقين.

دعنا الآن نختبر افتراضًا آخر قال به أفلاطون، وهو الافتراض بأننا لا نتوجه للكمال أو التمام فى العالم الفيزيائى. ربما يكون على حق فى أننا لن نجد شجاعة أو عدالة كاملتين، وبالتأكيد هو على حق بأننا لن نجد قوانين الفيزياء وكل مجموعة الأرقام الطبيعية. ولكننا يمكن إيجاد سيطرة كاملة على كوبرى وأن نعثر على حركة تامة أو كاملة فى وضع ما للشطرنج، ويمكننا أن نجد موضوع فيزيائى أو عملية فيزيائية تموضع لنا الخصائص المحددة للتجريد. إننا نستطيع تعلم الشطرنج من خلال مجموعة شطرنج حقيقية كما نستطيع تعلمه عبر شكل تام أو كامل لمجموعة شطرنج. إن أكل فيل" فى الشطرنج لا يعنى أن "الملك مات"، وإنما يعطينا أكثر من نهاية للمباراة.

كما يحدث فإن الدائرة الإقليدية الكاملة أو التامة يمكن جعلها فى تناول حواسنا. أفلاطون لم يميز ذلك لأنه لم يكن يعرف شيئا عن الحقيقة التقديرية. لن يكون ذلك صعبا بصفة خاصة لبرنامج فى مولد حقيقة تقديرية، والذى تخيلته أو تصورته فى الفصل الخامس، مع قواعد الهندسة الإقليدية بطريقة تجعل المستخدم يخبر بنفسه التفاعل مع دائرة كاملة. وإذا لم تكن لها تخانة ستكون الدائرة غير ملحوظة ما لم نتعامل مع قوانين البصريات، وفى مثل هذه الحالة ربما يغطيها بريق أو توهج ما لكى نجعل المستخدم يعرف أين مكانها. (البساطة ربما تكون مفضلة بدلاً من هذا القدر من الزواق أو التزيين). ويمكن أن نجعل الدائرة معتمة وغير شفافة، ويمكن للمستخدم أن

يختبر خصائصها باستخدام أدوات قياس صارمة وغير قابلة للاختراق. أدوات قياس السماكة أو النحافة فى الحقيقة التجريبية لا بد أن تكون تامة إلى مستوى حد السكين، كما يقال، لدرجة أن تقيس السماكة صفر بدقة. وسيسمح للمستخدم أن يستخرج مزيد من الدوائر وأشكال من الهندسة الإقليدية طبقا لقواعد هندسة إقليدس. وحجم الأدوات كما حجم المستخدم نفسه يمكن تهيئتها حسب الرغبة مما يسمح بتنبؤات النظريات الهندسية بأن تُراجع على أى مستوى أيًا ما كانت جودتها. فى كل طريقة فإن الدائرة المحاكية يمكن أن تتواصل تحديداً مع الدائرة كما وصفتها بديهيات إقليدس. وهكذا بناء على العلم فى هذه الأيام لا بد أن نخلص أن أفلاطون ربما ارتآها للخلف. إننا يمكننا أن ندرك دوائرًا فى العالم الفيزيقى (مثل الحقيقة التقديرية)؛ ولكن لا يمكن أبداً أن ندركها فى مجال أو عالم المثل بسبب أنه لم يحدث أن قيل إن هذا العالم موجود فلن ندرك منه شيئًا على الإطلاق.

وبالصدفة فإن فكرة أفلاطون عن الحقيقة الفيزيائية واحتوائها على تقليد غير كامل للمجردات، ليس من غير الضرورى أن تكون متماثلة مع ما نعتقده فى أيامنا الحالية. مثل أفلاطون نحن لم نزل ندرس التجريديات فى ذاتها ولذاتها. ولكن فى العلم ما قبل جاليليو، وفى نظرية الحقيقية التقديرية نحن أيضًا ننظر للمجردات كوسائل لفهم الخصائص الفيزيقية الحقيقية أو الاصطناعية. وهنا نحن نأخذ الأمر كضمان بأن التجريديات هى دائما تقريبيات للمواقف الفيزيائية الحقيقية. وهكذا عندما فكر أفلاطون فى الدوائر الأرضية فوق الرمال على أنها تقريب للدوائر الحقيقية الرياضية، فهو يماثل ما فعله العالم الحديث فى النظر للدوائر الرياضية كتقريب للشكل الحقيقى لمدارات الكواكب، والذرات والأشياء الفيزيائية الأخرى.

والقول بأن هناك دائما إمكانية بأنه فى مولّد الحقيقية - التقديرية أو السطح البيئى لمستخدمه سوف يكونان خاطئين، فهل للحقيقة التقديرية أن تحاكى دائرة إقليدية، هل يقال ذلك فعلا لتحقيق الكمال إلى حد مستويات اليقين الرياضى؟ بالفعل

يمكنها. لم يدّع أحد أن الرياضيات نفسها خالية من هذا النوع من عدم اليقين. الرياضيون قد يقيمون حسابًا خاطئا، لا يتذكرون بديهيات، يصنعون أخطاءً مطبعية في حساباتهم.. إلخ.. المسألة هي، وبعيدا عن العوائق، أن تكون نتائجهم مراوغة. وبالمثل يكون مولد الحقيقة التقديرية، عندما يعمل بدقة طبقًا لمواصفات تصميمه، سوف يحاكي دائرة إقليدية كاملة على نحو تام أو دقيق.

ويشبه ذلك أننا لا يمكننا القول أبدا على سبيل التأكيد أن مولّد الحقيقة التقديرية سيسلك سلوكًا طيبًا وهو تحت هيمنة برنامج معين لأن هذا سيتوقف على الوظائف المصممة الآلة من أجلها، وبصفة كلية سيعتمد ذلك على قوانين الفيزياء. وطالما أننا لا نعرف قوانين الطبيعة بصفة مؤكدة، فإننا لا نستطيع أن نعرف بشكل مؤكد أن الآلة ستحاكي الهندسة الإقليدية بدقة. ولكن مرة أخرى لا أحد ينكر أن ظاهرة فيزيائية ما قبل إدراكها – سواء كان ذلك بسبب قوانين فيزيائية غير معروفة، أو بسبب مجرد مرض عقلي، أو خديعة حبر – كل ذلك قد يخدع أو يراوغ أي رياضي. ولكن إذا كانت قوانين الفيزياء متصلة بالمسألة كما نعتقد فيها، فإن مولد الحقيقة التقديرية سوف يقوم بوظيفته بشكل تام حتى ولو لم يمكننا التيقن من ذلك. لا بد أن نكون حذرين هنا في التفرقة بين موضوعين: بين إمكان معرفتنا بأن آلة الحقيقة التقديرية تحاكي دائرة كاملة، وبين أنها تحاكي دائرة ما. لن يمكننا أبدا أن نعرف على وجه التأكيد، ولكن هذا لا يحتاج بأن ينتقص مقدار ذرة من كمال الدائرة التي تحاكيها الآلة فعلا. سوف أعود إلى هذه المناقشة الحرجة – بين المعرفة التامة (اليقين) لخاصية ما وبين أن تكون هذه الخاصية كاملة في ذاتها – بعد قليل.

افترض أننا أصلحنا عمدًا برنامج الهندسة الإقليدية بحيث يستمر مولّد الحقيقة التقديرية في محاكاة الدوائر بشكل جيد ولكن بأقل من التمام. هل سنكون غير قادرين على استخلاص أي شيء عن الدوائر التامة من خلال المحاكاة غير التامة؟ هذا سيتوقف كلية عما إذا كنا قد عرفنا ما يتعلق بما غيرناه في البرنامج إذا كنا نعرف

يمكننا أن نعمل فى إطار اليقين (بعيدا عن العوائق ... إلخ ..) أى من أوجه الخبرات مع الآلة التى سوف تعرضها بأمانة عن الدوائر التامة، وأيها ليس كذلك. وفى هذه الحالة المعرفة التى سنحصل عليها يمكن الاعتماد عليها مثل تلك التى سنحصل عليها باستخدام البرنامج الصحيح.

عندما نتخيل الدوائر فإننا بالضبط نفعل نفس ما تفعله المحاكاة فى الحقيقة التقديرية فى أدمغتنا. والسبب فى أنها طريقة غير مفيدة فى التفكير بشأن الدوائر التامة، هو أننا قادرين على تشكيل نظريات سليمة عن الخصائص تشارك فيها أو لا تشارك خواص الدوائر المتخّيلة مع خواص الدوائر الحقيقية.

باستخدام مرجعية الحقيقة التقريبية، يمكننا أن نجد ستة من الدوائر المتماثلة تتلامس مع حافة دائرة أخرى متماثلة معهم داخل طائرة دون أن تتشابك مع بعضها البعض. هذه الخبرة وفى ظل هذه الظروف ستماثل برهانا صارما على أن نموذجا ما ممكن، لأن الخواص الهندسية للأشكال التى تم محاكاتها سوف تكون متماثلة تماما مع تلك الأشكال التجريدية. ولكن هذا النوع من "الوكالة" التفاعلية مع الأشكال التامة ليس بمقدوره تحمل كل نوع من المعرفة عن الهندسة الإقليدية. معظم النظريات المهتمة بالأمر لا تشير إلى نموذج بعينه ولكن إلى مستويات لا نهائية من النماذج. على سبيل المثال فإن مجموع زوايا أى مثلث إقليدى تساوى ١٨٠ درجة. نحن نستطيع قياس مثلثات معينة فى الحقيقة التقديرية بدقة تامة، ولكن لا نستطيع، حتى فى الحقيقة التقديرية، قياس كل المثلثات؛ ومن ثم لا نستطيع تصحيح النظرية.

كيف نصححها؟ بأن نبرهن عليها. البرهان يتم تعريفه تقليديا بأنه تتابع من الجمل تتوافق مع قواعد الدليل الذاتى للاستدلال. ولكن إلى أى مدى تتشابه عملية البرهنة فيزيائيًا؟ للبرهنة على جملة عن عديد من المثلثات اللانهائية، على الفور سوف نختبر موضوعات فيزيائية معينة - الرموز فى هذه الحالة - لها خصائص معروفة مع كل مستويات المثلثات على سبيل المثال، وفى ظل ظروف صحيحة، عندما نلاحظ فى

الرموز: Δ أ ب جـ = Δ د ح ط (أى أن المثلث أب جـ متطابق مع المثلث د ح ط) فنحن نخلص أن كل مثلثات مستوى معين عرّفناه بطريقة معينة له نفس الشكل الذى يستجيب للمثلثات فى مستوى آخر قمنا بتعريفه على نحو مختلف. الظروف الصحيحة التى تعطى هذه النتيجة من حالة البرهان، هى، ومن خلال مصطلحات فيزيائية، أن الرموز تظهر على صفحة تحت رموز أخرى (بعضًا منها تمثل بديهيات إقليدس الهندسية)، وأن النموذج الذى تظهر فيه الرموز يتطابق مع قواعد معينة، أعنى قواعد الاستدلال.

ولكن أى من قواعد الاستدلال التى يجب استخدامها؟ و هذا مثل التساؤل عن كيف نبرمج مولد الحقيقة التقديرية لمحاكاة الهندسية الإقليدية. وتتمثل الإجابة فى أننا يجب استخدام قواعد الاستدلال التى، وإلى أقصى حدود فهمنا، ستتسبب فى أن تجعل رموزنا تسلك بطرق لها علاقة بالخواص المجردة التى تشير إليها. إننا لا يمكن أن ننجذب لهيمنة أرسطو وأفلاطون، ولا يمكننا البرهنة على أن قواعدنا للاستدلال زائفة (بعيدًا تمامًا عن نظرية جودل، فإن هذا سيقودنا إلى ندم بالغ، ذلك أننا يجب أن نثبت أولا أن طريقة البرهان التى نستخدمها هى فى ذاتها صالحة). ولا نستطيع أن نذكر بعجرفة الانتقادات القائلة بأن هناك شيئًا خاطئا فى حدوسهم؛ لأن حدوسنا تقول بأن الرموز سوف تشابه الخواص المجردة بدقة. كل ما نستطيعه هو أن نشرح. لا بد أن نفسر لماذا نعتقد بذلك، أنه فى نفس الظروف سوف تسلك الرموز بالطريقة المأمولة، فى ظل قواعدنا المقترحة. وعلى الانتقادات أن تشرح لماذا يفضل الناقدون نظرية منافسة. عدم الموافقة على أى من هاتين النظريتين هو جزئيًا عدم موافقة على السلوك الملحوظ للموضوعات الفيزيائية. مثل هذا الرفض يمكن إبداؤه بالطرق العلمية العادية. أحيانا يمكن حله بسهولة، وأحيانا لا يمكن. وسبب آخر لمثل هذا الرفض أنه يمكن أن يكون راجعا لصدام مفاهيمى حول طبيعة الخواص التجريدية ذاتها. وحينئذ ومرة أخرى، إنها مسألة تفسيرات متنافسة وهذه المرة هى حول التجريد أكثر من كونها بشأن

الموضوعات الفيزيائية – وسواء استطعنا الوصول إلى فهم مشترك مع نقادنا، أو وافقنا على أننا كنا نناقش أمرين مجردين مختلفين، أو فشلنا فى الموافقة على ذلك. ليس ثمة ضمانات. وهكذا فهو عكس المعتقد التقليدى، إنها ليست الحالة أن النزاعات فى الرياضيات يمكن دائما أن تحل بواسطة الوسائل الإجرائية.

البرهان الرمزى اصطلاحيًا يبدو للوهلة الأولى أن له سمة مختلفة عن النوع من البرهان الذى توكل به الحقيقة التقديرية. ولكننا نرى الآن أنه يتصل بطريقة الحوسبة فى التجارب الفيزيقية. كل تجربة فيزيقية يمكن النظر إليها على أنها حوسبة، وكل حوسبة على أنها تجربة فيزيائية. فى كلا النوعين من البرهان نحن نتعامل مع الخواص الفيزيائية (سواء فى الحقيقة التقديرية أو لا) طبقا للقواعد. فى كلا الحالتين تمثل الخواص الفيزيائية الخواص المجردة المتعلقة بالأمر. وفى كلا الحالتين فإن اعتمادية البرهان تتوقف على صدق النظرية القائلة إن الخصائص الفيزيائية والمجردة تتشاركان بالفعل معا فى الخواص الصحيحة.

ويمكننا أن نرى أيضا من المناقشة السالفة أن البرهان هو بذاته عملية فيزيائية. البرهنة على مقترح ما هى فى الواقع تعنى أداء حوسبى، والذى إذا أجراه المرء بشكل صحيح، يؤسس صحة المقترح. عندما نستخدم الكلمة "برهان" للدلالة على موضوع، مثل "حبر على ورقة كتاب" فنحن نعنى أنه يمكن استخدام الموضوع كبرنامج لإعادة إنشاء حوسبة من النوع الصحيح.

ويتبع ذلك أنه لا نظريات الرياضة، ولا عمليات البرهنة الرياضية، ولا خبرة الحدوس الرياضية، يمكن أن نستخلص منها جميعا أى يقين. ولا شىء آخر كذلك نحصل منه على يقين. ومعرفتنا الرياضية، كمعرفتنا العلمية ربما تكون عمليتين متسعتين تشرحان بحذق وروعة، وربما يتم قبولهما بدون تمسك بالأعراف القديمة، ولكنهما لا يقدمان اليقين. لا أحد يمكنه أن يضمن أن برهانا كان يُعتقد بصلاحيته فى السابق سوف لن يتوصل أحد فى يوم ما على احتوائه على مفهوم خاطئ على نحو

هائل، تجعله كان يبدو طبيعيا من خلال عدم التساؤل المسبق عن فرضية "الدليل الذاتي" أو حول العالم الفيزيائي، أو العالم المجرد أو حول الطريقة التي تتصل بها الخواص الفيزيائية والمجردة مع بعضها البعض.

لقد كان من قبيل الخطأ، افتراض الدليل الذاتي، الذي تسبب في أن تكون الهندسة نفسها فرعًا من الرياضيات طوال ألفي عام. منذ ٣٠٠ قبل الميلاد عندما كتب إقليدس كتابه "العناصر" حتى القرن ١٩ (وبالطبع في كل القواميس والكتب المدرسية حتى يومنا الحالي). شكلت الهندسية الإقليدية جزءا من حدس كل رياضي. ومؤخرا بدأ بعض الرياضيين الشك في واحدة من بديهيات إقليدس على أنها غير ذاتية الدليل (وهي المسماة "البديهية المتوازية"). في البداية لم يشك في أن البديهية صادقة. الرياضي الألماني الكبير كارل فريدرش جس Karl Friedrich Gouss(*) هو من يقال إنه أول من وضعها على محك الاختبار. البديهية المتوازية تُتَطلَّب في إثبات أن مجموع زوايا المثلث تساوي ١٨٠ درجة وقد صار ذلك أشبه بالأسطورة (خوفًا من إقليدس). وضع جس بعض مساعديه ومع كل منهم (أداة لقياس الزوايا) على قمة ثلاث من التلال بحيث تمثل الثلاث زوايا لأكبر مثلث يمكن قياسه قديما. ولم يستكشف أي انحراف في تنبؤ إقليدس. ولكننا نرى الآن جميعا أن ذلك بسبب أن الأدوات التي استخدمها لم تكن حساسة بدرجة كافية (المنطقة المجاورة للأرض يحدث أنها منطقة أكثر وداعة وألفة من الناحية الهندسية). النظرية العامة للنسبية لأينشتاين تضمنت نظرية جديدة للهندسة تتناقض مع نظرية إقليدس وأثبتتها التجربة. زوايا المثلث الحقيقي ليس بالضرورة أن

(*) كارل فريدرش جس Karl Friedrich Gouss (١٧٧٧ - ١٨٥٥) رياضي ألماني، كان أشبه بالمعجزة في الرياضيات حيث أدرك أهم مكتشفاته فيها وهو في سن ١٧ وحصل على الدكتوراه في سن ٢٢، والتي قدم فيها مفهومًا جديدًا عن "الأرقام المعقدة" ويعدها بعامين طبع نظريته في الأرقام والتي اعتُبِرت واحدة من أهم إنجازات الرياضة في تاريخها، ومن بين أشياء أخرى خاصة في الفلك، له نظرية حملت اسمه عن تدفقات الكهرباء والمغناطيسية. (المترجم)

يكون مجموعها مساوياً ١٨٠ درجة، المجموع الحقيقى يعتمد على حقل الجاذبية الذى يتواجد فيه المثلث.

مثل ذلك وقع فى التصنيف الخاطئ الذى تسبب منه الخطأ الأساسى الذى وقع فيه الرياضيون عندما اعتبروا منذ العصور القديمة أن الرياضيات أكثر يقينا عن أى شكل آخر للمعرفة. ومنذ الوقوع فى مثل هذا الخطأ فليس لدى المرء اختيار إلا أن يصنف نظرية البرهان كجزء من الرياضيات، لأن النظرية الرياضية لا يمكنها أن تكون يقينية، إذا كانت النظرية التى تعنى بتقويمها والحكم على طرقها فى البرهان هى نفسها غير يقينية. ولكن كما رأينا توا، نظرية البرهان ليست فرعا من الرياضيات، وإنما هى علم. البراهين ليست من قبيل المجردات. ليس ثمة ما هو من قبيل ذلك يمكنه أن يثبت أو يبرهن على شىء كما أن لا شىء أيضاً من هذا القبيل التجريدى يمكنه أن يجرى عمليات حسابية أو عمليات حوسبية. المرء يمكنه بالطبع أن يعرف مستوى معين من الجواهر المجردة ويسميها "براهين"، ولكن هذه البراهين لا يمكنها التحقق من جملة رياضية أو يؤكد صحتها لأنه لا أحد يمكنه أن يراها رأى العين. ولا يمكنها أن تستحث أحدا على صدق افتراض، بأكثر مما يفعل مولّد حقيقة تقديرية مجرد، الذى هو غير موجود فيزيائيا، ويحثهم على فهم بيئة مختلفة، أو ما يفعله كمبيوتر مجرد يمكنه أن يحلل لنا رقما ما. نظرية رياضية للبراهين لا يمكنها أن تتحمل كون الحقائق الرياضية يمكن أو لا يمكن البرهنة عليها فى الحقيقة الواقعية، كما أيضا نظرية عن الحوسبة تجريدية لا يمكنها أن تحمل فى طياتها كون الرياضيين - أو أى من الآخرين - لا يمكنهم فى الحقيقة القيام بالعمليات الحسابية، ما لم يكن هناك سببًا تجريبيًا يمكن معه تصديق أن الحوسبة المجردة فى النظرية تشبه الحوسبة الحقيقية. الحوسبة بما فيها ما صُنِّف على أنه براهين هى من قبيل العمليات الفيزيائية. نظرية البرهان تدور حول تأكيد أن تلك العمليات تشبه بدقة الجواهر أو الكينونات المجردة المزمع مشابهتها.

نظريات جودل اعتبُرت أول نظريات عن المنطق البحت منذ ألفي عام. والأمر ليس كذلك: نظريات جودل تدور حول ما يمكن وما لا يمكن البرهنة عليه، وأن البرهان هو عملية فيزيائية. ليس فى نظرية البرهان ما يدل على أن المنطق البحت هو المعنى وحده. الطريقة الجديدة التى استطاع جودل أن يأتى بإثبات عام حول البراهين تعتمد على افتراضات معينة حول أى من العمليات الفيزيائية يمكنها أو لا يمكنها أن تمثل حقيقة مجردة بأسلوب يُمكِّن الملاحظ من الاستكشاف ومن ثم الاقتناع بما استكشفه. ركز جودل على هذه الافتراضات واحتفظ بها إلى أن قام بتقويم واضح وصامت أيضا لنتائجه. وهو قوَّم هذه النتائج التى توصل إليها على أساس ذاتية الدليل، وليس على أنها "منطق بحت" وبسبب ذلك وجدوا الافتراضات ذاتية الدليل.

واحدة من افتراضات جودل كانت تلك المعروفة تقليديا والتى تقول بأن للبرهان عدد نهائى من الخطوات. التقويم الحدسى لهذه الفرضية يتمثل فى أننا كائنات نهائية، وأن جودل يستحيل أن يمسك حرفيا بأعداد لا نهائية من التأكيدات. هذا الحدس بالمناسبة، تسبب فى كثير من قلق عدد من الرياضيين عندما استخدم كينيث أبل(*) **Kenneth Appel**، وولفجانج هاكن(**) **Wolfgang Haken** كمبيوترا للبرهنة على الحدس

(*) أبيل كينيث Kenneth Appel (١٩٣٢ - ...) رياضى أمريكى قام بحل واحدة من أشهر المشكلات الرياضية: "نظرية الألوان الأربعة" حين أثبت أن أى خريطة ثنائية البعد يمكن أن تغطى بأربعة ألوان دون أن تشارك أى بلدة متاخمة فى اللون المتاخم لها. وهو البرهان الذى يحظى بجدل كبير فى الرياضة الحديثة لاعتماده الكثيف على "الأرقام المنسحقة Numbers Crunching" فى علوم الكمبيوتر وتصنيفها بين الممكنات. ورغم اعترافه الشخصى بأن البرهان تنقصه الأناقة كما لا يؤدى إلى بصيرة ما يمكنها أن تقود مستقبل الرياضة، إلا أن البعض يرون أن البرهان يمكن أن يحدث تغييراً فى مجريات الرياضة فى مجال علوم الكمبيوتر. (المترجم)

(**) ولفجانج هاكن Wolfgang Haken (مولود ١٩٢٨) رياضى أمريكى تخصص فى الطبوغرافيا واستطاع مع زميله كينيث أبل بجامعة الليتوى أن يصلا إلى "نظرية الألوان الأربعة" المشار إليها فى =

الشهير "الألوان الأربعة" (أى أنه باستخدام أربعة ألوان فقط ومختلفة عن بعضها البعض فى خريطة يتم رسمها فى طائرة، يمكن أن تكون ملونة دون أن تكون أى منطقة متاخمة بنفس لون المنطقة المجاورة). تطلب البرنامج مئات من ساعات العمل الكمبيوترى، والذى يعنى أن الخطوات التى استغرقها البرهان لو تم تدوينها كتابة، فإنه لن يتسنى لامرئٍ أن يقرأها، ناهيك عن ملاحظة ذاتية الدليل فيها، على مدى عمره ولو تعدد هذا العمر. هل نأخذ "كلمة" الكمبيوتر على محمل أنه قد تمت البرهنة على الحدس؟ هكذا سيتساءل المتشككون فى تعجب، ولو أنه لم يحدث أنهم صنفوا جميع الإشارات التى ترسلها كل الخلايا العصبية (العصبونات) "neurons" فى أدمغتهم عندما يتقبلون برهانًا بسيطًا ذو صلة.

نفس القلق يبدو أنه بحاجة لمزيد من التقويم عندما يطبق الأمر على برهان مزعوم له عدد لا نهائى من الخطوات. ولكن ما هى "الخطوة"؟ وما هو "اللانهائى"؟ فى القرن الخامس قبل الميلاد انتهى زينون الأيلى(*) **Zeno of Elea**، بناء على حدس مماثل، بأن أخيل(**) **Achilles** لن يسبق أبدًا السلحفاة ما دامت قد بدأت السباق قبله. وبعد

= الفقرة السابقة، وهو كرياضى محترف تعرّف على مشكلات المجال الثلاثى الأبعاد، الأكثر سرعة فى حل هذه المشكلة من خلال طرق اتسمت بالجذرية وغير المسبوقة والتى أدت إلى حلول كثيرة لمعضلة القرار، كما أن له أفكارًا أخرى ذات أهمية مثل ما يعرف بتشعبات ماكن، وتناهيات ماكن، وأيضًا أنشأ نظرية عن "السطوح العادية" امتدادًا لعمل زميل له آخر. (المترجم)

(*) زينون الأيلى Zeno of Elea (٤٩٥ - ٤٣٠ق.م) فيلسوف ورياضى إغريقى ويعتبر من السابقين على سقراط، وأطلق عليه أرسطو "مخترع الجدل dialectic" ويعرف بمتناقضاته التى بسببها تقدمت علوم المنطق والرياضيات وكان قد استمر على منوال بارمنيدس Parmenides ولكن من موقف معارض لأطروحاته التجريدية والتحليلية، ورافض لها من خلال البرهان غير المباشر redutio ad absardum، وهو صاحب متناقضة أخيل الشهيرة. (المترجم)

(**) متناقضة "أخيل" Paradox Achiles وهو فرض وضعه الفيلسوف الإغريقى الصوفى زينون الإيلى تصور فيه أن ثمة مسابقة تجرى بين أخيل المعروف بقدرته على الجرى ١٠ أقدام فى الثانية الواحدة، وبين سلحفاة لا تستطيع سوى أن تقطع ٥ أقدام فقط فى الثانية ولكن أخيل تطوع لها بأن تسبقه ١٠=

كل شيء وبمرور الوقت وصل أخيل للنقطة التى وصلت إليها السلحفاة الآن، ثم تحركت قليلا، ومع الوقت وصل للنقطة الجديدة، تحركت هى أكثر ومع الوقت وصل للنقطة التالية وهكذا إلى ما لا نهاية.

محاولات أخيل المتواصلة فى الوصول للنقطة التى تصل إليها السلحفاة من جديد، تطلبت معه عدد لا نهائى من خطوات الوصول، ومن ثم فهو ككائن نهائى (منته أو فان) من المفترض أنه لا يستطيعها، ولكن الذى يستطيع أن يفعله أخيل لا يتسنى اكتشافه من خلال المنطق البحت. إنه يعتمد كلية على قوانين الفيزياء الحاكمة لما يستطيعه. وإذا كانت هذه القوانين تقول بأنه سيستطيع الفوز على السلحفاة، إذن سيفوز عليها. طبقًا للفيزياء القديمة فإن الفوز أو اللحاق بشيء يتطلب عددًا نهائيًا أى محدودًا من الخطوات للشكل "تحرك إلى الموقع الحالى للسلحفاة" بنفس معنى أنها عمليات حوسبة لا نهائية - مؤخرًا اعتُبر أن كمية مجردة تصبح أكثر من غيرها، عندما يتم استخدام مجموعة معينة من العمليات، إنه برهان له عدد لا نهائى من الخطوات ولكن القوانين المتصلة به تدل بوضوح على أنها عمليات فيزيائية نهائية - وهذا هو كل ما يهم.

حدس جودل عن الخطوات "والنهائية"، وفى حدود ما نعرف، قد وضع اليد على قيود فيزيائية حقيقية على عمليات البرهنة. نظرية الكم تتطلب خطوات متميزة غير مترابطة، وليس هناك واحدة من الطرق المعروفة التى من خلالها يمكن استكشاف موضوعات فيزيائية تسمح بخطوات لا نهائية لتحقيق نتيجة متفوقة مقاسه. (ومع ذلك ربما يصبح من الممكن لعدد لا نهائى من الخطوات أن يتم فى كل تاريخ عمر الكون - كما سأشرح فى الفصل ١٤) الفيزياء التقليدية لم تعمل وفق مثل هذه الحدود إذا كان

= أقدام تقديرًا لضعفها ويرى زينون أن أخيل لن يلحق أبدًا بالسلحفاة لأنه كلما وصلت أقدامه للموقع التى كانت عليه السلحفاة ستكون بدورها قد سبقته إلى موقع متقدم عنه. (المترجم)

من غير الممكن أن تكون صادقة. على سبيل المثال الحركة المستمرة للنظم التقليدية سوف تسمح بمشابهة الحوسبة التى لن تستمر فى الخطوات والتى لديها إعادة عرض جوهرية أو فعلية ومختلفة عن ماكينة تورنج العالمية. وثمة عدة أمثلة معروفة ابتكرتها القوانين التقليدية التى يمكن من خلالها لكمية لا نهائية من الحوسبة (لا نهائية بمعنى مستويات ماكينة تورنج أو الكمبيوتر الكمى) أن تتم بواسطة طرق فيزيائية نهائية. من الطبيعى أن الفيزياء التقليدية لا مفر لها أو لا يمكنها تجنب نتائج التجارب غير المحدودة، حتى أنه يبدو مصطنعًا الإعلان بما كانت ستكون عليه قوانين الفيزياء التقليدية، ولكن ما تظهره هذه الأمثلة أن المرء لا يستطيع البرهنة، مستقلا أو بعيدا عن أى معرفة بالفيزياء، على أن البرهان لا بد أن يكون من عدد نهائى من الخطوات – ونفس الاعتبار يطبق فى الحدس بأن ثمة عددًا نهائيًا من قواعد الاستدلال وأن هذه القواعد قابلة للتطبيق دوما. وليس من بين هذه المتطلبات ما له معنى فى مجال التجريد: إنها متطلبات فيزيائية. فى مقاله المؤثر "حول اللانهائية" إذ درى هيلبرت وتناول بسخرية فكرة "عدد نهائى من الخطوات" على أنها فكرة غير جوهرية أو فعلية. ولكن مقولته تلك أبرزت أنه كان على خطأ: إنها جوهرية وفعلية، وهى تأتى من حدسه وحدوس الرياضيين الآخرين الفيزيائية.

وعلى الأقل فإن واحدة من حدوس جودل عن البرهان ظهر أنها خاطئة، ولحسن الحظ أنها لم تؤثر على براهين نظرياته. لقد ورث هذه الحدوس من الرياضيات اليونانية المبكرة، وظلت بدون تساؤل أو بحث من كل الأجيال التى تلت ذلك من الرياضيين. إلى أن تمت البرهنة على زيفها فى ثمانينات القرن الماضى مع توالى الاكتشافات فى نظرية الحوسبة الكمية. وهى الحدس القائل بأن البرهان هو طراز متميز وفريد من الموضوعات، بمعنى أنه تتالى من الجمل التى تتبع قواعد الاستنتاج. وقد ناقشت فيما سبق أن البرهان من المفضل النظر إليه كعملية وليس كموضوع، نوع من الحوسبة. ولكن فى النظرية التقليدية للبرهنة أو للحوسبة، فإن هذا لا يشكل فرقا

أساسيا، وذلك للسبب التالى: إذا مضينا فى عملية البرهان فإننا من خلال قدر متوسط من الجهد الإضافى، نستطيع أن نحتفظ بسجل لكل ما له صلة ويحدث خلال العملية. هذا السجل وهو موضوع فيزيائى سوف يشمل برهان يحمل معنى الجمل المتتالية. وعلى سبيل الحديث فإذا كان لدينا هذا السجل فإننا نستطيع قراءته، ومراجعة ما إذا كان متفقًا مع قواعد الاستنتاج، ومن خلال فعلنا ذلك سنبرهن على النتيجة. وبكلمات أخرى ففى الحالة التقليدية فإن التحول بين عمليات البرهنة وبين موضوعات البرهنة تمثل هدفًا قابلاً للتشكّل.

والآن اعتبر أن بعض الحساب الرياضى قابل للتشكل من كل الكمبيوترات التقليدية، ولكن افترض أن كمبيوتر كميًا يمكن أن يحقق ذلك بسهولة مستخدما التداخل بين مثلا ١٠ ^{٥٠٠} من الأكوان. ولكى يكون ما أعنيه أوضح، دع هذا الحساب تكون له نتيجة أو إجابة (على غير نتيجة التحليل) لا يمكنها أن تُشَكِّل تأكيدًا أو تصحيحًا ساعة أن حصلنا عليها. عملية برمجة كمبيوتر كمي ليؤدى مثل هذه الحوسبة، تشغيل البرنامج والحصول على نتيجة، تؤسس برهانا على أن الحساب الرياضى لديه هذه النتيجة المتفردة. ولكن الآن لا توجد طريقة لحفظ سجل لكل ما حدث خلال عملية البرهنة، لأن معظم ما حدث قد وقع فى أكوان أخرى، وقياس حالة الحوسبة سوف تغير من خصائص التداخل ومن ثم تجعل البرهان غير صالح. وبذلك إنشاء برهان بالطريقة التقليدية، على أنه موضوع، سوف يكون أمرا مخادعا، وأكثر من ذلك، فكما نعرف أنه ليست ثمة مادة قريبة فى الأكوان لنصنع مثل هذا الشيء. طالما سيكون هناك مزيد من الخطوات العديدة فى البرهان أكثر من الذرات الموجودة فى الكون الذى نعرفه. هذا المثال يُظهر أنه بسبب إمكانية الحوسبة الكمية، فإن الفكرتين المتعلقتين بالبرهان (موضوع – عملية) لا علاقة لإحداهما بالأخرى. الحدس بأن البرهان ما هو إلا موضوعًا، لا يمكنه الإمساك بكل الطرق التى من خلالها يمكن البرهنة على جملة رياضية فى الحقيقة.

ومرة أخرى، لقد رأينا عدم ملاءمة الرياضيات التقليدية وطرقها فى استخلاص اليقين بمحاولة تنقية كل وسيلة ممكنة من الغموض أو الخطأ فى حدوسنا حتى تبقى فقط الحقيقة أو الصدق ذاتى الدليل. وهذا ما فعله جودل. وهو ما فعله كل من تشرش Church، وبوست Post وبصفة خاصة تورنج فى محاولة حدس نماذجهم العالمية للحوسبة. لقد كان أمل تورنج أن شريطه الورقى المجرد سيكون بسيطا وشفافا، ومُعرَّفًا بشكل جيد، ولا يعتمد على أى فرض بشأن الفيزياء حتى لا يتم إفساد إدراكه. وبالتالى هذا من شأنه أن يصبح أساسا لنظرية مجردة فى الحوسبة مستقلة عن الفيزياء التى نعرفها. وكما وضعها فاينمان مرة "لقد ظن أنه فهم الورقة" ولكنه كان مخطئا. ورقة الميكانيكا الكمية الحقيقية تختلف كثيرا عن المادة الخام المستخدمة فى ماكينة تورنج. ماكينة تورنج تقليدية بالكامل ولا تسمح بإمكانية احتواء الورقة لرموز مختلفة مكتوبة فى أكوان مختلفة، وأنه من الممكن أن تتداخل فيما بينها. وبالطبع ليس من قبيل الأسلوب العملى استكشاف تداخل بين حالات مختلفة لشريط ورقى. ولكن المسألة هنا هى أن حدس تورنج، وبسبب احتوائه على فروض من الفيزياء التقليدية، تسبب هذا الحدس فى أن يجرد بعضا من خصائص ماكينته البديهية، وهى الخصائص التى انتوى أن يحتفظ بها. وهذا هو السبب فى أن طرازه فى الحوسبة الذى انتهى إليه لم يكن كاملاً.

من الأمور الطبيعية أن يظن الفيزيائيون بأن الأجيال يمكن أن ينجم عنها أخطاء حول مادة البرهان واليقين وأيضًا فالمناقشات الحالية تقودنا إلى توقع أن وجهة النظر السائدة لن تبقى إلى الأبد. ولكن الثقة فى أن الرياضيين قد عوقتهم تلك الأخطاء وأن إمكانيتهم فى التعرف على الخطأ فى هذه الأشياء هى، فى اعتقادى، تتعلق فى ما تردد قديما وظل واسع الانتشار من خلط بين طرق الرياضيين وبين "المادة - الموضوع"، دعنى أشرح: كما لا تشبه العلاقات بين الخواص الفيزيائية والعلاقات بين الخواص المجردة فى كونها مستقلة عن أى ظروف طارئة أو مشروطة أو أية قوانين للفيزياء. إنها

محددة كلية وموضوعية تمامًا بخلاف كمية هائلة من الخواص المجردة نفسها. والرياضيات كدراسة لتلك الخواص المجردة ذاتها، هي لذلك دراسة عن الصدق الضروري لها. وفي كلمات أخرى فإن الصدق أو الحقائق التي يدرسها الرياضيون هي مطلقة اليقين. ولكن هذا لا يعني أن معرفتنا لهذا الحقائق الضرورية هي نفسها يقينية، ولا تعني أن الطرق التي يستخدمها الرياضيون تستتبع الصدق الضروري في النتائج التي يتوصلون إليها. وبعد كل شيء فالرياضة تدرس أيضا التناقضات والمسائل الخادعة.

الصدق الضروري هو مجرد "المادة – الموضوع" للرياضيات وليس المكافأة التي تتأتى عن ممارستنا الرياضة. موضوع الرياضيات ليس اليقين الرياضي، ولا يمكن أن يكون وليس حتى الصدق الرياضي، أو اليقين أو أي شيء آخر. إنه، ولا بد أن يكون، التفسير الرياضي.

لماذا إذن لا تعمل الرياضيات بهذه الكفاءة لماذا تقود إلى نتائج، يمكن قبولها وتطبيقها بدون مشاكل فيها لآلاف السنين على الأقل على الرغم من عدم يقينها. العقل، بشكل مطلق، هو جزء من معرفتنا للعالم الفيزيائي، هو أيضا يمكن الاعتماد عليه كما أنه ليس محل خلاف. وعندما نفهم العالم الفيزيائي بشكل جيد وكاف فإننا أيضا نفهم ما هي الموضوعات الفيزيائية التي لها خواص مشتركة مع الخواص المجردة ولكن بشكل مبدئي فإن اعتمادنا على المعرفة الرياضية يظل ثانويا بالنسبة لمعرفتنا للحقيقة الفيزيائية. كل برهان رياضي يعتمد على صلاحيته في أن يكون على حق بالنسبة للقواعد التي تحكم سلوك بعض الموضوعات الفيزيائية، سواء أكانت الحقيقة التقديرية، أو حبر على ورق، أو حتى أدمغتنا ذاتها. الحدس الفيزيائي، هو مجموعة قواعد مبدئية، ربما ورثنا بعضها، وكثير منها تم بناؤه خلال مرحلة الطفولة، حول كيف يتصرف العالم الفيزيائي. وعلى سبيل المثال: لدينا حدوس بأن بعض الموضوعات الفيزيائية لها مساهمات نهائية مثل الشكل واللون والوزن ووضع في الفراغ، وبعضها يوجد حتى لو

لم تكن هذه الموضوعات ملحوظة. وهناك أشياء أخرى متقلبة فيزيائيًا مثل ما يعنيه الوقت الذى يساهم فيه التغّير، ومع ذلك تحتفظ الأشياء بهويتها عبر الزمن. ثم هناك أن هذه الأشياء تتفاعل وهذا التفاعل قد يغيّر بعض مساهماتها التى أشرنا إلى أمثلتها. الحدس الرياضى يتعلق بالطريقة التى يمكن بها للعالم الفيزيائى أن يؤدى الخصائص المجردة. واحد من هذا القبيل هو القانون التجريدى، أو على الأقل التفسير لما هو وراء السلوك البادى من أى موضوع. الحدس بأن الفضاء يسمح للسطوح المغلقة التى تفصل بين ما هو داخلى وما هو خارجى، ربما يتم تهذيبه إلى حدس رياضى من مجموعة تفصل كل شىء كأعضاء وغير أعضاء فى هذه المجموعة ولكن تهذيبات وتنقيات أخرى أجراها الرياضيون بدءًا برسل ورفضه لنظرية فريج Freg للمجموعات، قد أبرزت أن مثل هذا الحدس يمكن أن يكون أكثر دقة عندما تحتوى المجموعة محل التساؤل أو البحث على الكثير من الأعضاء (عدد كبير من أعضاء لا نهائيين).

حتى لو كان ثمة حدس فيزيائى أو رياضى قد تحصلنا عليه بالميلاد فإن هذا لا يعطيه أية أفضلية أو سلطة. الحدس الموروث لا يمكن أن يؤخذ على أنه بديل أو موكل به "التذكر" عند أفلاطون لعالم "المُثل". لأنه من الملاحظات المألوفة أن كثيرا من الحدوس التى تنشأ داخل الكائن الحى عبر وقائع التطور عادة ما تكون بسيطة وغير صادقة. على سبيل المثال: العين البشرية وهيمنتها على المواد المعدة للرؤية، والتى تتضمن النظرية الخادعة بأن الضوء الأصفر يتكون من خليط من اللونين الأحمر والأخضر (بمعنى أن الضوء الأصفر يعطينا نفس الإحساس الذى يعطينا إياه خليط من اللونين الأحمر والأخضر). فى الحقيقة كل طراز من تلك الأضواء له تردداته الخاصة ولا يمكن إنشاؤه من خليط من الترددات المختلفة. الحقيقة أن خليطا من الضوء الأحمر والأخضر يبدو لنا كما لو أنه أصفر وأن هذا لا صلة له بخواص الضوء ولكن بخواص العين. إنه نتيجة لتسوية مصممة حدثت فى وقت ما لدى أسلافنا الأوائل عبر مراحل التطور. إنها فقط من الممكن (ولو أننى لا أعتقد فى ذلك) أن تكون الهندسة الإقليدية أو

المنطق الأرسطى كلاهما مبنياً بطريقة ما داخل أدمغتنا، كما اعتقد الفيلسوف إيمانويل كانط(*) Immanuel Kant لكن هذا لا يدعو منطقيا إلى أنها صادقة. وحتى مع بقاء الواقعة المفرطة فى عدم قابليتها للتصديق بأن لدينا حدوساً موروثة وأننا مُؤَسَّسين على عدم إمكانية هزها أو قلقلتها أو إعادة تنظيمها، فإنه يبقى أن تلك الحدوس ليست بالضرورة صادقة.

إذن فإن نسيج الحقيقة له بناء موحد أكثر مما كان ممكنا لو أن المعرفة الرياضية قابلة للتحقق باليقين وبالتالى مرتبة على درجات كما كان مفترضًا تقليديًا. الخواص الرياضية هى جزء من نسيج الحقيقة لأنها هائلة ومعقدة. ونوع الحقيقة التى تشكلها تشبه إلى حد ما عالم التجريد الذى تصوره أفلاطون وبنروز رغم أنها، بالتعريف، غير ملحوظة أو ملموسة، إنها موجودة موضوعيًا ولها خواص مستقلة عن قوانين الفيزياء. ومع ذلك فإنها الفيزياء هى التى تسمح لنا بالحصول على معرفتنا بهذا المجال. وهى تفرض قيودا صارمة. كما كان سهلاً أن يكون كل شىء فى الحقيقة الفيزيائية مفهوماً، فإن فهم الحقائق الرياضية هو بالتحديد الأقلية البالغة الصغر التى يحدث أن تتطابق تماماً مع بعض الحقائق الفيزيائية - مثل حقيقة أن رمزًا معينًا مصنوعًا من نقطة حبر على ورقة يمكن التعامل معه يدويًا فتظهر رموز معينة أخرى. بمعنى أنها الحقائق التى لا يمكن محاكاتها فى الحقيقة التقديرية. وليس لدينا خيار سوى افتراض أن الخصائص الرياضية غير المفهومة حقيقية هى الأخرى؛ لأنها تبدو كأنها لا مهرب منها فى تفسيرنا لما هو المفهوم منها.

(*) إيمانويل كانط Immanuel Kant (١٧٢٤ - ١٨٠٤) فيلسوف ميتافيزيقى ألمانى يعرف بأبى المثالية المطلقة (شديد الانضباط حتى يقال إن الناس كانت تضبط ساعاتها على لحظة خروجه من منزله للتريض اليومى) عُرف بشمول أعماله وتقليديتها فيما يتعلق بنظريات المعرفة والأخلاق والجمال، وفى ستينيات القرن ١٧ أصبح ناقداً رئيسيًا لفلسفة ليبنيز Leibniz والتى كانت سائدة فى ألمانيا وقتئذ وهاجم أفكارها الرئيسية وطرقها الرياضية ومن أهم مؤلفاته "نقد العقل الخالص" فى ١٧٨١ (ميتافيزيقا) و"نقد العقل العملى" فى ١٧٨٨ (أخلاق) و"نقد الحكم" فى ١٧٩٠ (ملحق للكتابين). (المترجم)

ثمة موضوعات فيزيائية - مثل الأصابع والكمبيوترات والأدمغة - التى يمثل نموذجها تلك الموضوعات المجردة المعينة. بهذه الطريقة فإن نسيج الحقيقة الفيزيائية يمدنا بشباك نطل منه على عالم التجريد. إنه شباك ضيق جداً ولا نرى منه سوى مستوى محدود من المشهد. وبعض البناءات التى نراها هناك مثل الأرقام الطبيعية أو قواعد الاستنتاج فى المنطق التقليدى، تبدو كأنها مهمة أو "أساسية" بالنسبة للعالم التجريدى، بنفس الطريقة التى تبدو قوانين الطبيعة العميقة أساسية بالنسبة للعالم الفيزيائى ولكن هذا قد يكون مظهرا مخادعا. لأن ما نراه فعلا أن بعض البناءات التجريدية هى أساسية لفهمنا للتجريد. ليس ثمة سببا لافتراض أن تلك البناءات هى موضوعيا ذات معنى فى عالم التجريد. إنها مجرد أن بعض الخواص التجريدية هى قريبة ومنظورة لأعيننا بسهولة عبر النافذة عن غيرها.

اصطلاحات :

الرياضيات: Mathematics	دراسة الحقائق الضرورية المطلقة.
البرهان: Proof	طريقة لإنشاء الصدق للفروض الرياضية. تعريف تقليدى: متتابعة من الجمل تبدأ بمقدمات وتنتهى بنتائج مرغوبة، وتتلاءم مع قواعد معينة للاستنتاج. تعريف أفضل: هو حوسبة تنمذج خواص جوهر مجرد ما، وتنشئ مخرجاتها أن هذا الجوهر له خاصية معينة.
حدس رياضى: Mathematical intuition	(تقليديا) هو وسيلة مطلقة ذاتية الدليل للحكم على التسبيب الرياضى. (فعليا) مجموعة من النظريات (بالوعى أو بدونه) حول سلوك موضوعات فيزيائية معينة التى ينمذج سلوكها تلك الجواهر المجردة بما فيها من إثارة.
الحدسية: Intuitionism	المذهب القائل بأن تسبيب الجواهر المجردة لا يكون صحيحا إلا إذا كان قائمًا مباشرة على حدس ذاتى الدليل. وهى الوجه الرياضى لنظرية "الأنانة".

مسألة هيلبرت العاشرة Hilberts tenth problem	إقامة، لمرة واحدة وأخيرة، يقين فى الطرق الرياضية من خلال العثور على مجموعة من قواعد الاستنتاج ملائمة لكل البراهين الصادقة، ثم إثبات أن تلك القواعد متينة ومتماسكة بمستوياتها ذاتها.
نظرية جودل غير المكتملة: Godel incom-pleteness theorm	برهان على أن مسألة هيلبرت العاشرة لا يمكن حلها. لأن فى كل مجموعة من القواعد للاستنتاج، ثمة قواعد صالحة لا يمكن تصور صلاحها عبر تلك القواعد.

الخلاصة :

الجواهر المجردة معقدة وهائلة وتوجد موضوعيا كجزء من نسيج الحقيقة. توجد حقائق ضرورية ومنطقية حول هذه الجواهر وهذا يشكل تسوية للموضوع - المادة فى الرياضيات. ومع ذلك مثل هذه الحقائق لا يمكن أن تعرف على أنها يقينيات. البراهين لا تستنتج أى يقين فى نتائجها. صلاحية أى شكل لبرهان معين تعتمد على صدق نظرياتنا عن سلوك الموضوعات والتى نشكل بها البرهان. ولهذا فإن معرفتنا الرياضية هى بصفة أصلية ثانوية وتعتمد كلية على معرفتنا للفيزياء. فهم الحقائق الرياضية هو بالتحديد الأقلية البالغة الصغر التى يمكن محاكاتها فى الحقيقة التقديرية. ولكن الجواهر الرياضية غير المفهومة (مثل بيئات الكانتجوتو) توجد أيضًا لأنها تبدو أنها لا مفر منها فى تفسير الجواهر المفهومة.

لقد ذكرت أن الحوسبة هى دائما مفهوم كمي؛ لأن الفيزياء التقليدية كان متعذرا حملها للحدس الذى يشكل الأساس للنظرية التقليدية للحوسبة. نفس الشيء يصدق على الزمن. عصور سلفت قبل اكتشاف نظرية ميكانيكا الكم، كان الزمن هو أول مفهوم كمّي.

الفصل الحادى عشر

الزمن : أول مفهوم كَمِّى

كما تتدافع الأمواج نحو الشاطئ الصخرى تتعاجل

الدقائق إلى نهايتها كل منها تسرع للحلول محل

سابقتها تكدح دائبة وعلى نحو متتابع لتأكيد تنافسيتها.

ويليام شكسبير(*)

William Shakespeare

القصيدة رقم ٦٠

ولو أن الزمن يعد واحداً من أكثر ما نألفه فى مساهمات فيزياء العالم حولنا، فإنه يشتهر بأنه عميق الغموض أو الإلغاز. الإلغاز جزء من مفهوم الزمن الذى تنشأ معه. وقد قال القديس أوغسطين(**) St. Augustine فى إحدى المرات:

"إذن ما هو الزمن؟ إذا لم يسألنى أحد، فأنا أعرف، وإذا أردت شرحه لهذا الذى سيسألنى فأنا لا أعرف شيئا" (الاعترافات).

(*) ويليام شكسبير William Shakespeare (١٥٦٤ - ١٦١٦) شاعر إنجليزى ومؤلف درامى مسرحى فضلاً عن قيامه بالتمثيل أيضًا، ويعتبره البعض (ربما الغالبية من النقاد) أعظم مؤلف مسرحى فى كل العصور، ومسرحياته التى ألفها فى أخريات القرن الـ ١٦ وبدايات القرن الـ١٧ ما زالت تستعاد وتستحدث وتعرض بمختلف الرؤى وتقام عليها عديد من الأفلام السينمائية، وذلك فى كل العالم تقريبًا أكثر من أى مسرحيات أخرى. (المترجم)

(**) القديس أوغسطين Augustine, Saint (٣٥٤ - ٤٣٠) تربعت فلسفته على ذروة الفلسفة المسيحية فى العصر الكنسى حيث كان السائد هو الدفاع عن المسيحية ضد التيارات الغنوصية والاتهام الذى وجه لها من قبل مفكرى اليونان بأنها ضد العقل - وتعتبر محاورة "المعلم" من أبرز ما تنجلى فيها أفكاره الأساسية حيث اعتبر اللغة الباطنة فى النفس دليلاً على وجود الله ولكن ليس وحدها وإنما بنور داخلى هو الله المعلِّم وهى لا تنكشف هكذا إلا بالتأمل والعكوف على الذات فيما يعرف بالنظرية الإشراقية. والعقل لا يعمل وحده وإنما بمساعدة اللغة كما تدل قولته الشهيرة "أعقل كى تؤمن وأمن كى تعقل". ارتبط فى بواكيره بالمانوية ثم خرج عليهم مؤثراً مذهب الشك واستقر على المسيحية عام ٣٨٦ . (المترجم)

قلة من الناس التى تعرف أن المسافة غامضة، ولكن الكل يعرف أن الغامض هو الزمن. وكل غوامض الزمن ترجع إلى مساهمة الحس العام الذى يعنى أن اللحظة الحالية التى نطلق عليها "الآن" ليست ثابتة ولكنها تتحرك باستمرار فى اتجاه المستقبل. هذه الحركة الدائمة تسمى "تدفق" الزمن.

سوف نرى أنه لا يوجد مثل هذا الشيء المسمى "تدفق". مع أن هذه الفكرة هى حس عام محض. ونحن نأخذها على اعتبار أنها حقيقة مضمونة حتى أنها دخلت فى بناء لغتنا. وفى كتابة "النحو الشامل للغة الإنجليزية. Comprehensive Grammer of the English Language ذهب راندلوف كويرك(*) Randolph Quirk والمؤلف المشارك معه إلى تفسير مفهوم الحس العام عن الزمن بمساعدة الرسم التخطيطى الموضح بالشكل (١١ - ١) كل نقطة فى الخط تمثل لحظة ثابتة. المثلث يشير إلى النقطة المستمرة فى الحركة، اللحظة الحالية تأخذ موضعها على الخط، ومن المفترض أن حركتها تتجه من اليسار إلى اليمين. بعض الناس مثل شكسبير فى المقطوعة الشعرية التى اقتبستها فى الصدر من هذا الفصل يظنون أن أحداثا معينة يمكن أن تكون ثابتة وأن الخط نفسه يتحرك للخلف (من اليمين إلى اليسار فى الشكل. "١١ - ١" حتى أن اللحظات المستقبلية تكتسح أو تكنس اللحظات الحالية لتصبح لحظات الماضى.

ما الذى نعنيه بقولنا إن الزمن يمكن التفكير فيه كما لو كان خطا؟ إننا نعنى أن الخط يمكن اعتباره كمتتابعة من النقاط فى مواضع مختلفة، ومن ثم فأى موضوع

(*) راندلوف كويرك Randolph Quirk (مولود عام ١٩٢٠) لغوى إنجليزى أسس مع زملاء له فى بواكير ستينات القرن الماضى مشروعًا أصبح يعرف الآن بـ"مسح للاستعمالات اللغوية الإنجليزية Survey of English Usage" وهو تصنيف للغة يتضمن حوالى مليون كلمة تستخدم فى الحياة اليومية مؤسسًا بذلك نحوًا جديدًا للغة الإنجليزية ويعد مرجعًا لها على مستوى العالم، كما كان رئيسًا للأكاديمية البريطانية فى الفترة من ١٩٨٥ إلى ١٩٨٩ . (المترجم)

يتحرك أو يتغير يمكن التفكير فيه على أنه متتابعة من اللقطات الثابتة (غير المتحركة) كل لقطة تمثل وجه من أوجه هذا الموضوع، واحدا فى كل لحظة. أن نقول إن كل نقطة على الخط تمثل لحظة معينة، هو كقولنا إننا يمكننا تخيل أن كل اللقطات تتراكم مع بعضها على الخط، كما فى الشكل (١١ - ٢) بعضا منها يظهر لنا دورة أو تعاقب "السهم" كما فى الماضى وبعضها يظهره كما سيكون فى المستقبل، وواحدة منها تلك التى يشير إليها ▽ المتحرك باستمرار فهى النقطة التى عليها السهم الآن، ولو أنه فى اللحظة التالية فهذه النقطة بالذات ستصبح من الماضى لأن ▽ سوف يستمر فى الحركة إلى الأمام. تلك الأوجه المرحلية لموضوع تعطى فى مجموعها المجموع المتحرك تماما كما تفعل متتابعة صور ثابتة داخل آلة عرض سينمائى حين يمثل مجموعها صورة متحركة على شاشة العرض. ليس ثمة تغيّر يحدث فى أى من الصور المنفردة. التغير يتكون من إظهارها فى تتابعية من خلال ▽ المتحرك (آلة العرض السينمائية) بحيث تبدو واحدة منها قد أخذت دورها فى أن تكون اللحظة الحالية.

فى أيامنا الحالية لا يحاول النحويون إعطاء حكم قيمى على كيفية استخدام اللغة، يحاولون فقط التسجيل، والتحليل.

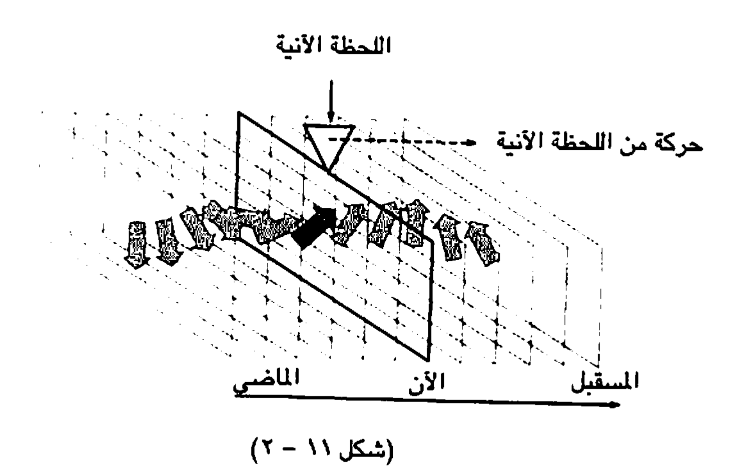
الزمن يمكن التفكير فيه كخط (نظريًا له طول لا نهائى) الذى تتموضع عليه نقطة متحركة باستمرار والتى تمثل اللحظة الحالية. وأى شىء أمام هذه النقطة هو فى المستقبل، وأى شىء خلفها هو فى الماضى.

(شكل ١١- ١) مفهوم الحس العام عن الزمن والذى تفترضه نحويات اللغة الإنجليزية (وفقًا لما قرره كويرك وزميله فى كتابهما "النحو الشامل للغة الإنجليزية")

مفهوم الحس العام عن الزمن تفترضه نحويات اللغة الإنجليزية (وفقا لما قرره كويرك وزميله فى كتابهما "النحو الشامل للغة الإنجليزية والفهم للغة"). ولهذا فإن كويرك وشريكه لم يوليا اهتماما لإلقاء اللوم على قيمة نظرية الزمن التى يصفانها. لم يدعيا أنها نظرية جيدة. ادعيا فقط، واعتقد بصحة ذلك تماما، إنها "نظريتنا". وللأسف فهى ليست نظرية جيدة. ولكى أضع المسألة على نحو جاف أو فظ: السبب فى أنه أصبح من الموروث فى الحس العام أن الزمن غامض هو أنه من قبيل الهراء الموروث. وسوف نرى أنها لا تعنى شيئا حتى بنفس مصطلحاتهم.

ربما يبدو هذا مدهشا. لقد اعتدنا إجراء إصلاحات على حسنا العام ليتوافق مع الاكتشافات العلمية. حيث كثيراً ما يصبح الحس العام زائفًا، وحتى لدرجة سيئة. ولكن الحس العام يصبح بلا معنى بالنسبة لخبرتنا اليومية. وهذا مثل ما يحدث فى موضوعنا هذا.

ضع فى اعتبارك الشكل (١١-٢)؛ إنه يوضح حركة موضوعين. واحد منها هو السهم المتعاقب باديا فى لقطات تتابعية. والآخر هو اللحظة الآنية فى حالة حركة فى الصورة من اليسار إلى اليمين. ولكن حركة اللحظة الآنية لا تظهر فى الصورة كتتابع من اللقطات. وبدلا من ذلك فإن اللحظة المعينة قد أصبحت واحدة منفردة بواسطة ▽ والموضحة فى الخطوط الأغمق والتى تشير إلى "الآن". وهكذا فإنه حتى إذا قيل إن "الآن" هو عنوان للحركة فى الصورة، فإن لقطة واحدة. فيه، وفى لحظة معينة هى التى تظهر.



(شكل ١١ - ٢)

شىء متحرك كلقطات متتابعة، التى تصبح اللحظة الحالية واحدة بعد واحدة

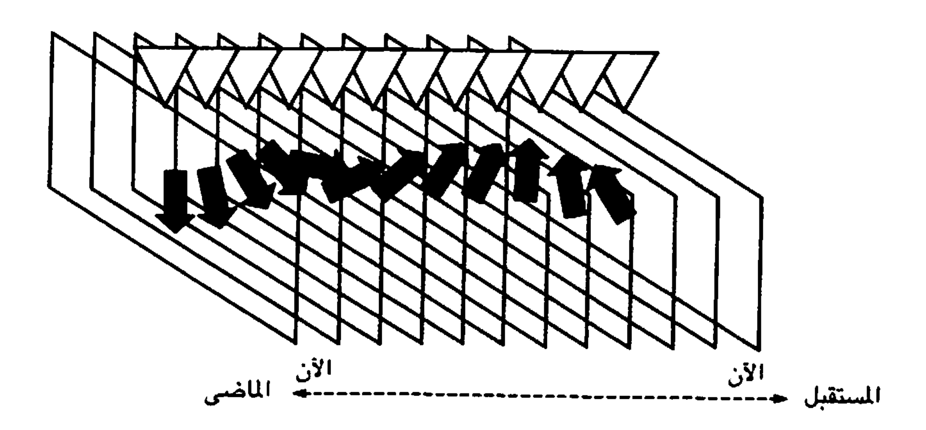
لماذا؟ بعد كل شىء فإن الأمر كله فى هذه الصورة هو إظهار ما يحدث فى فترة ممتدة، وليس فى لحظة واحدة. وإذا كنا نرغب فى أن تظهر الصورة لحظة واحدة، فلسنا بحاجة للاهتمام بإظهار أكثر من لقطة واحدة للسهم الزمنى فى دورته أو تعاقبه أيضا. من المفترض فى الصورة أن توضح نظرية الحس العام فإن أى موضوع متحرك أو متغير هو تتابع من اللقطات واحدة لكل لحظة ولذا فإنه إذا كان ▽ متحركًا فلماذا لا يظهر تتابع من اللقطات له أيضا؟ اللقطة المنفردة الظاهرة لا بد أن تكون واحدة من اللقطات العديدة الموجودة إذا كان ذلك وصفا حقيقيا لكيف يعمل الزمن. والحقيقة أن الصورة كما هى عليه تصبح خادعة: لأنها تظهر ▽ وهو لا يتحرك، بل ولا يكون له وجود إلا فى هذه اللحظة المعينة والتى فورًا نراه وهو فى حالة ثبات. وإذا كان الأمر كذلك فإنه يجعل من "الآن" لحظة ثابتة. ولن يكون ثمة فرق لو وضعت بطاقة "حركة" على اللحظة الحالية، وسهمًا ممتزجًا بها للإشارة إلى ▽ يتحرك من الشمال لليمين. الذى تظهره الصورة وما يظهره الرسم التخطيطى لكويرك وشريكه (الشكل ١١ - ١) أن ▽ لا يصل لأى لحظة سوى تلك التى هو عندها بالصورة.

وفى أحسن الأحوال يمكننا القول بأن الشكل (١١- ٢) هو صورة "هجين" توضح – على نحو مضلل – الحركة بطريقتين مختلفتين، فهى بالنظر للسهم المتحرك توضح نظرية الحس العام للزمن، ولكنها تقرر فقط أن اللحظة الحالية تتحرك، بينما تصورها على أنها لا تتحرك. كيف نحول الصورة لكى تظهر نظرية الحس العام للزمن بالنظر لحركة اللحظة الحالية فى الوقت الذى يتحرك فيه السهم؟ بتضمينها مزيدًا من اللقطات لـ ▽، واحدة لكل لحظة، بحيث تشير إلى أين "الآن" فى تلك اللحظة. وأين يقع هذا؟ من الواضح، أنه فى كل لحظة "الآن" هو تلك اللحظة. على سبيل المثال: عند منتصف الليل فإن ▽ يشير إلى اللقطة التى التقطت للسهم فى منتصف الليل ولهذا فإن الصورة يجب أن تكون على نحو ما هو فى الشكل (١١ – ٣).

هذه الصورة المعدّلة توضح لنا الحركة بطريقة مُرْضية، ولكنها تتركنا مع مفهوم عارٍ للزمن. إن فكرة الحس العام بأن الشىء المتحرك هو تتابع مستمر لأوجه هذا الشىء، هذه الفكرة تظل باقية، ولكن ذهبت الفكرة الأخرى لدى الحس العام والخاصة بتدفق الزمن. فى هذه الصورة ليس ثمة نقطة متحركة باستمرار، اللحظة الحالية تكتسح أو تكنس اللحظات الثابتة واحدة بعد الأخرى. ليس ثمة عملية من خلالها تبدأ اللحظة الثابتة فى المستقبل ثم تصبح الحاضر بعد أن تتقهقر إلى الماضى أو مجموعة اللحظات المرموز لها بالرمز ▽ فى "الآن" لم تعد أىٌ منها تميز لحظة ما عن الأخريات، وبالتالى فقد أصبحت زائدة أو غير ضرورية. وستوضح الصورة حركة السهم فى دورته المتعاقبة كما لو أننا رفعناهم عنها.

وهكذا لا توجد لحظة آنية منفردة، إلا بشكل شخصى. من وجهه نظر مُلاحظ فى لحظة معينة، وهذه اللحظة بالطبع تكون منفردة وربما على نحو منفرد أيضًا – تسمى "الآن" بمعرفة الملاحظ مثلما يمكن تسمية أى موضع فى الفضاء بمعرفة الملاحظ "هنا"، ليس لأية لحظة أفضلية عن غيرها فى كونها "الآن" ولا لأى موضع عن غيره فى كونه "هنا". هذه "الهنا" الذاتية ربما تتحرك فى الفضاء حين يتحرك الملاحظ. هل تتحرك

"الآن" الذاتية هذه أيضا خلال الزمن؟ هل الشكلان (١١ - ١) و (١١ - ٢) يصلحان، بعد كل شيء، لإيضاح الزمن من وجهة نظر الملاحظ فى لحظة معينة؟ بالتأكيد لا يفعلان. حتى "الآن" الذاتية لا تتحرك خلال الزمن. يقال عادة إن الحاضر يبدو أنه يتحرك فى الزمن لأن الحاضر يتم تعريفه بالرجوع إلى وعينا، ووعينا يُكتسح للأمام عبر اللحظات. ولكن وعينا لا يفعل ولا يجب أن يفعل. عندما نقول إن "ديكا" يبدو أنه يعبر من لحظة إلى اللحظة التالية فإننا مجرد نعيد صياغة نظرية الحس العام عن تدفق الزمن. ولكنها - الجملة - لا تضيف أى معنى للتفكير فى أى لحظة تلك التى نعيها كمتحركة من لحظة إلى التى تليها، عن التفكير فى أن لحظة حالية، أو أى شىء آخر، يفعل ذلك. لا شىء يستطيع التحرك من لحظة إلى أخرى. لكى توجد على الإطلاق فى لحظة معينة معناه أن توجد فيها إلى الأبد. إن وعينا يوجد فى كل لحظاتنا (المتحركة).



(شكل ١١- ٣) فى كل لحظة "الآن" هو هذه اللحظة

يجب أن نعترف أن كل لقطة يصورها الملاحظ فى لحظات مختلفة يمكن اعتبارها على أنها "الآن" ولكن هذا لا يعنى أن وعى الملاحظ - أو أى كينونات أخرى متحركة أو

متغيرة - تتحرك من خلال الزمن كما يفترض أن تتحرك اللحظة الحالية. اللقطات المتنوعة بالنسبة للملاحظ لا تتحول إلى لحظات حالية وأن يعيها على هذا النحو. إنها كلها فى الوعى، وذاتيا جميعها حالية. موضوعيا لا يوجد "حاضر".

إننا لا يمكننا اختبار الزمن وهو يتدفق أو يمر. كل ما نختبره هو الفروق بين المدركات الحسية ولحظاتنا الحالية عن مدركاتنا الحسية السابقة (فى الماضى). إننا نفسر هنا الفروق بشكل صحيح، كدليل على أن الكون يتغيّر مع الزمن. ونحن أيضًا نفسرها بشكل غير صحيح كدليل على أن وعينا أو الحاضر، أو أى شىء، يتحرك عبر الزمن.

إذا أصابت هذا الحاضر المتحرك نزوة التوقف عن الحركة ليوم أو اثنين ثم بدأ الحركة مرة أخرى بعشرة أضعاف سرعته السابقة. ما الذى سنعيه من ذلك؟ لا شىء على وجه الخصوص أو أن السؤال نفسه بغير ذات معنى. ليس هناك شىء يستطيع التحرك أو التوقف أو التدفق، كما أن لا شىء يمكن أن تعنيه " سرعة " الزمن - كل ما "يوجد" فى الزمن - من المفترض أن يأخذ شكل لقطات غير متغيرة مصفوفة على خط الزمن. وهذا يتضمن خبرة الوعى لدى كل الملاحظين والمتضمنة أيضا حدسهم الخاطئ بأن الزمن "يتدفق" ربما يتخيلون "حاضراً متحركًا" مرتحلا على الخط، متوقفا وبادئا، أو حتى ذاهبا إلى الوراء أو حائزا للوجود فى كل هذه الأحوال معًا. ولكن التخيل لا يجعل الأمر يحدث على هذا النحو. أن الزمن لا يستطيع التدفق.

فكرة تدفق الزمن تعيد فعلا افتراض وجود نوعا آخر من الزمن، خارج فكرة العامة عن الزمن المكون من لحظات متتابعة. إذا كان "الآن" يتحرك فعلاً فى لحظة من اللحظات إلى أخرى، فسيكون ذلك بالقياس إلى هذا الزمن الخارجى. ولكن عندما نأخذ ذلك بجدية سيقودنا إلى متوالية لا نهائية. ذلك أن علينا حينئذ أن نتخيل الزمن الخارجى ذاته كتتابع للحظات منها لحظاتها الحاضرة التى تتحرك بدورها بالنسبة إلى زمن أكثر خارجية، وهلم جرا. وفى كل مرحلة فإن تدفق الزمن لا يعنى شيئا إلا إذا

أشركنا معه زمن خارجى بالنسبة لهذه المرحلة، هكذا إلى ما لا نهاية، وفى كل مرحلة لن يكون لدينا مفهوما له معنى، وكل المراحل المتوالية لن تكون ذات معنى أيضاً.

وأصل هذا النوع من الخطأ يرجع إلى اعتيادنا على أن يكون الزمن هو الإطار الخارجى لأية كينونة فيزيائية لقد اعتدنا تخيل أن أى موضوع فيزيائى على أنه ممكن التغير، متخذا أوجه متنوعة لذاته فى لحظات مختلفة. ولكن تتابع اللحظات ذاته فى صور مثل الشكلين (١١-١) و (١١-٣) هو كينونة استثنائية. إنه لا يوجد إلا فى منظور عام للزمن. إنه هو المنظور العام للزمن. وطالما لا يوجد زمن خارجى عنه، فإن تخيل أنه يتغير أو يوجد فى أكثر من وجه واحد متعاقب ومترابط منطقياً، هو من قبيل التفكير المشوش وغير المتماسك. وهذا يجعل من الصعب الإمساك بالصورة. الصورة ذاتها، شأنها شأن أى موضوع فيزيائى آخر، تكون موجودة عبر فترة من الزمن وتكون مكونة من عديد من أوجه وجودها ذاته. ولكن ما الذى تصوره أو تصفه لنا الصورة – والذى يعنى تتابع أوجه شىء ما – سوى أن يوجد فقط فى وجه واحد منها. ليس لأى صورة صحيحة أو دقيقة للمنظور العام للزمن يمكنها أن تكون صورة متحركة أو للتغيّر. ولكننا هنا نواجه صعوبة نفسية موروثة عندما نضع هذا على السطح من الأمر. على الرغم من أن الصورة تعبر عن الثبات، وهى لا بد أن تكون كذلك (static) فلا يمكن أن نفهمها إلاّ على أنها كذلك. إنها تظهر لنا تتابع من اللحظات المتزامنة على صفحتها، ولكى نصنع صلة بينها وبين خبرتنا لا بد أن يتحرك تركيز انتباهنا إلى هذا التتابع. على سبيل المثال ربما ننظر إلى لقطة واحدة على أنها تمثل " الآن " وفى لحظة تالية ننظر إلى لقطة إلى يمينها على أنها تمثل " الآن " الجديد. وحينئذ نميل إلى إرباك الحركة الحقيقية لحركة تركيز انتباهنا عبر مجرد الصورة، بواسطة الفكرة المستحيلة أن شيئا يتخلل اللحظات الفعلية. إن هذا يحدث بسهولة.

ولكن هناك ما هو أكثر من هذه المعضلة. وهو صعوبة تبيان أو توضيح نظرية الحس العام عن الزمن. النظرية نفسها تشتمل على التباس حقيقى وجوهرى ومستقل

وعميق. إنها لا تستطيع أن تستقر على رأى فيما إذا كان الحاضر هو موضوعيا لحظة واحدة أو كثير من اللحظات، على سبيل المثال الشكل (١١-١) يكشف عن لحظة واحدة أم عديد منها. الحس العام يريد للحاضر أن يكون لحظة منفردة لكى تسمح بتدفق الزمن، أى تسمح للحاضر أن ينصرف من لحظات الماضى إلى المستقبل. ولكن أيضًا يرغب الحس العام للزمن أن يكون تتابعا للحظات، مع كل الحركة والتغير اللذين يشملان الاختلافات بين أوجه أية كينونة فى اللحظات المختلفة. وهذا يعنى أن اللحظات نفسها غير متغيّرة وعلى هذا فأى لحظة معينة لا يمكنها أن تصبح "الحاضر" أو يمكن الإمساك بها على أنها كذلك، لأن هذا سيكون من قبيل التغير. وعلى هذا النحو فالحاضر لا يمكنه أن يكون موضوعيا لحظة واحدة.

السبب فى أننا نتمسك بهذين المفهومين المتعذر حملهما معًا - الحاضر المتحرك وتتابع اللحظات غير المتغيّرة - هو أننا نحتاج إلى كل منهما - أو نظن أننا كذلك. إننا نعبر عنهما باستمرار فى حياتنا اليومية. عندما نصف أحداثا وقعت، إذ حين نتكلم عن متى حدثت فنحن نفكر فى مصطلحات تتابع لحظات غير متغيرة، وحين نشرح الأحداث من حيث أسبابها وتأثيرات كل منها فنحن نفكر فى مصطلحات الحاضر المتحرك.

على سبيل المثال عند التحدث عن أن فاراداى **Faraday** قد اكتشف مسألة الكهرومغناطيسية عام ١٨٣١ فإننا ننسب هذه الواقعة لمستوى معين من اللحظات أى أننا نوجه تخصيصنا لأية مجموعة من اللقطات من بين حزمة لقطات تاريخ العالم، والتى نعثر فيها على هذا الاكتشاف. ليس ثمة تدفق للزمن له صلة بالأمر عندما نقول متى حدث شىء ما بأكثر مما لو قلنا إن ثمة تدفق للمسافة له صلة بقولنا أين وقع هذا الشىء. ولكن حالما نقول لماذا حدث هذا الشىء، نحن نستشهد بتدفق الزمن. إذا قلنا إننا ندين جزئيًا بموتوراتنا الكهربية والمولدات الكهربية لفاراداى، وأننا نشعر بصدى اكتشافه حتى يومنا هذا، فإن صورة نجدها فى عقولنا لهذا الصدى بدأت عام ١٨٣١

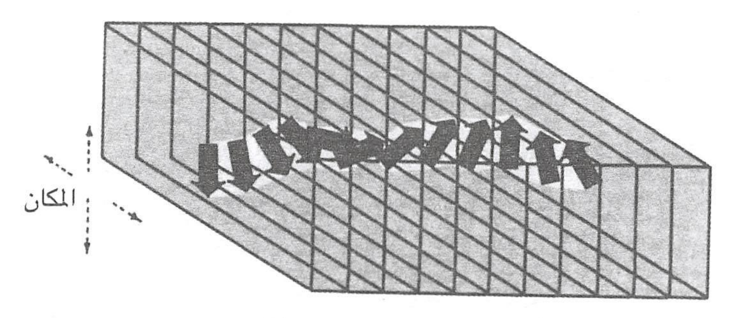
فى اكتساح متتابع لكل لحظات ما بقى من القرن التاسع عشر وكل لحظات القرن العشرين حتى وصلت إلى أن تكون سببًا فى أشياء مثل محطات القوى لكى تتواجد. إذا لم نكن حذرين كفاية، سنظن أن القرن العشرين فى البداية لم يكن قد تأثر بعد بالحادث الخطير لعام ١٨٢١، وأنه بعدئذ تغير برجع الصدى وهو يكنس الماضى فى طريقه للقرن الـ ٢١ وما بعده. ولكن نحن فى العادة نكون حذرين بحيث نتجنب هذه الفكرة غير المترابطة عن طريق عدم استخدام - على الدوام - نظرية الحس العام عن التزامن. فقط عندما نفكر فى الزمن نفسه هل نفعل ذلك، ومن ثم نتعجب من اللغز فيه كله ! ربما تكون كلمة "تناقض" أكثر مواءمة من " اللغز "، لأننا سنجد هنا صراعا شديد الوضوح بين فكرتين واضحتى الدليل الذاتى. لا يمكن أن يكون كليهما صحيحا. وسنرى أن أيهما ليس صحيحًا.

نظرياتنا الفيزيائية، على غير الحس العام، والتماسك تحقق ذلك بإسقاط فكرة تدفق الزمن. وأعترف أن العلماء يستخدمون تعبير تدفق الزمن كما يفعل أى شخص آخر. على سبيل المثال: فى كتابه "المبادئ" الذى وضع فيه مبادئ الميكانيكا النيوتونية والجاذبية، كتب نيوتن Newton يقول: "الزمن الرياضى المطلق والحقيقى يتدفق بذاته ومن ثنايا طبيعته بانتظام وبدون أى علاقة بأى شىء خارجى" ولكن نيوتن وبحِكْمة لم يُجر آية محاولة لترجمة تأكيده ذاك بأن الزمن يتدفق بشكله الرياضى أو يستخرج أى نتيجة من ذلك. ولا واحدة من نظريات نيوتن فى الفيزياء أشارت إلى تدفق الزمن، ولا إشارات أى من النظريات التالية تواءمت مع تدفق الزمن.

إذن لماذا فكر نيوتن فى أنه من الضرورى بأن الزمن يتدفق "بانتظام"؟ ليس ثمة خطأ فى الانتظام". المرء يستطيع أن يستشف أن هذا يعنى أن قياس الوقت سيكون هو نفسه بالنسبة للملاحظ فى مواقع مختلفة وحالات مختلفة من الحركة. هذا تأكيد حقيقى وجوهرى (طالما أننا نعرف من أينشتاين Einstein أن هذا لم يكن دقيقًا). ولكن كان من السهل وضع الأمر كما وضعته أنا توًا، دون القول بأن الزمن يتدفق. أعتقد أن

نيوتن قد استخدم عمدا اللغة المألوفة فى زمنه دون الرغبة فى أن يعنيها حرفيًا، كما ربما تحدث بهذا بشكل غير رسمى عن شروق الشمس. كان محتاجا لأن يمرر للقارئ أن يباشر دخوله فى عمله الثورى على أن لا شىء جديد أو مميز فى المفهوم النيوتونى عن الزمن.: كتاب "المبادئ" نسب لعديد من الكلمات مثل "القوة" و "الكتلة" معان تكنولوجية معينة والتى تختلف على نحو ما عن معناها فى الحس العام. ولكن عدد مرات الإشارة للزمن كان ببساطة زمن الحس العالم والذى نجده فى "المنبهات أو الساعات" و"قوائم التاريخ السنوى أو الساعات" (النتائج أو الروزنامات). إذن فمفهوم الزمن فى "المبادئ" هو مفهوم الحس العام عن الزمن.

فقط هو لا يتدفق. الزمن والحركة فى فيزياء نيوتن يبدوان كثيرًا كما فى الشكل (١١ - ٣) الفرق الوحيد الصغير يتمثل فى أننى رسمت اللحظات المتعاقبة وكأن كل منها منفصل عن الأخرى، ولكن فى كل الفيزياء قبل الكمية هذا تقريب لأن الزمن متصل (سلسلة متصلة). لا بد أن نتخيل عددا كبيرًا بشكل لا نهائى من اللقطات الرفيعة تندس باستمرار بين تلك التى رسمتها. إذا كانت كل منها تمثل كل شىء فى المكان الذى يتواجد فيزيائيا فى لحظة معينة، إذن يمكننا النظر فى هذه اللقطات ملتصقة مع بعضها من وجه كل منها مُشَكِّلة لحظة منفردة، بشكل غير متغير فى تشكيل يضم كل ما يحدث فى الزمان والمكان (شكل ١١ - ٤) بما يعنى كل ما تعنيه الفيزياء الفعلية أو الحقيقية. والنقص الحتمى فى مثل هذا النوع من الرسوم التخطيطية يتمثل فى أن لقطات المكان فى كل لحظة تجعله يبدو كأنه ثنائى الأبعاد بينما فى الواقع هو ثلاثى الأبعاد. وهكذا نتعامل مع الزمن كأنه بعد رابع متماثل مع الأبعاد الثلاثة للمكان فى الهندسة التقليدية. الزمان والمكان يعتبران معا مثل الوجود الرباعى الأبعاد، ويسميان "الزمكان".

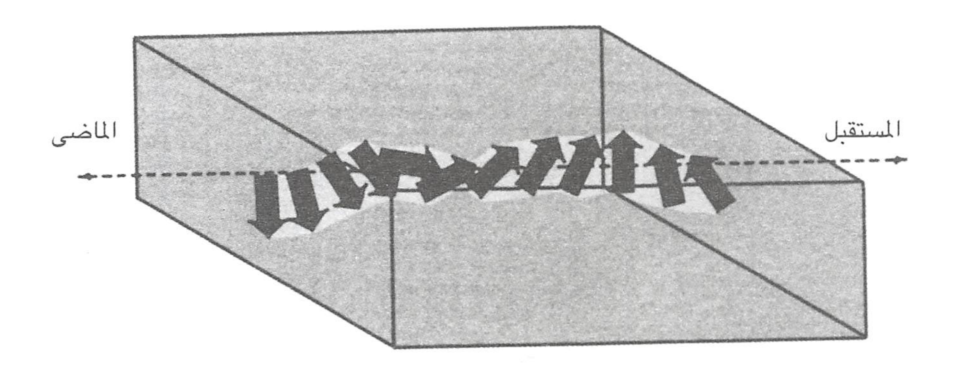


(شكل ١١ – ٤)

الزمكان باعتباره لحظات متعاقبة

هذا الوجود الهندسى رباعى الأبعاد لم يكن إجباريًا فى فيزياء نيوتن، ولكن مع نظرية أينشتاين النسبية أصبح جزءا لا مفر منه للنظرية. وهذا يرجع، طبقا للنسبية، إلى أن المُلاحظين المتحركين بسرعات مختلفة لا يتفقون على أن الأحداث هى التى ستظهر فى نفس اللقطة. وهكذا كل منهم سيفهم الزمكان كما أنه قُطِّع بطريقة مختلفة إلى "لحظات". ومع ذلك فلو أن كل منهم كَوّم أو راكم لقطاته بطريقة الشكل (١١ – ٤) فإن الزمكان الذى ينشئه سيكون متماثلاً. ولذلك، وطبقا للنسبية، فإن اللحظات الظاهرة فى شكل (١١ – ٤) ليست سمات موضوعية للزمكان. مُلاحظ آخر يمكن أن يرسم شريحة "الآن" من زاوية مختلفة. ومن ثم فإن الحقيقة الموضوعية وراء الشكل (١١ – ٤) يعنى الزمكان ومحتوياته الفيزيائية، يمكن إظهاره كما فى الشكل (١١ – ٥).

الزمكان يشير أحيانًا إلى مثل عمارة العالم "لأن فيها كل الحقيقة الفيزيائية – الماضى والحاضر والمستقبل – موضوعة هناك مرة واحدة وللأبد، مجمدة فى عمارة واحدة رباعية الأبعاد. واتصالا بالزمكان لا شىء يتحرك أبدا. ما نسميه "لحظات" هى شرائح معينة خلال الزمكان، وعندما تختلف محتويات هذه الشرائح عن بعضها البعض، ذلك ما نسميه "التغير" أو "الحركة" خلال المكان.



(الشكل ١١ – ٥)

وجهة نظر الزمكان بالنسبة لشىء متحرك

كما قلت، نحن نفكر فى تدفق الزمن بوَصلْةِ بالأسباب والتأثيرات. نحن نفكر فى الأسباب على أنها سابقة على مؤثراتها، نحن نتخيل أن الحاضر المتحرك يصل للأسباب قبل وصوله لتأثيراتها، ونتخيل التأثيرات تتدفق للأمام مع اللحظة الحالية. من الناحية الفلسفية فإن أهم عمليات السبب/ الأثر هى قرارات وعينا والتصرفات المتتابعة بعدها. وجهة نظر الحس العالم أن لدينا إرادة حرة؛ بما يعنى أننا أحيانا نكون فى وضع التأثير على أحداث المستقبل (مثل حركة أجسادنا نفسها) بأى من الطرق المتعددة الممكنة، ونختار أيهما الذى سيحدث، بينما لسنا فى وضع التأثير على الماضى أبدا. (سوف أناقش الإرادة الحرة فى الفصل ١٣). الماضى قد ثبت، أما المستقبل فهو مفتوح. بالنسبة لكثير من الفلاسفة فإن عملية تدفق الزمن هى تلك التى يصبح فيها المستقبل المفتوح لحظة بلحظة ذلك الماضى الذى ثبت. آخرون يقولون إن الأحداث البديلة فى كل لحظة من المستقبل هى "احتمالات" أو ممكنات" وأن عملية تدفق الزمن هى التى تصبح فيها واحدة من تلك الممكنات فعلية خلال اللحظات واحدة بعد الأخرى (حتى أنه، طبقا لهؤلاء الناس، المستقبل لا يوجد حتى يضربه مجرى الزمن ويحوله إلى ماضى). لكن إذا كان المستقبل مفتوحا (وهو كذلك !)، فإنه لا يمكن أن تكون له صلة

بتدفق الزمن، لأنه لا يوجد تدفق للزمن. فى فيزياء الزمكان (التى هى كل ما قبل الفيزياء الكمية، وبدءًا من نيوتن) لم يكن المستقبل مفتوحا. إنه هناك بمحتوى نهائى وثابت، تماما مثل الماضى والحاضر. إذا كانت لحظة معينة فى الزمكان "مفتوحة" (بأى معنى) فمن الضرورى أن تبقى مفتوحة عندما تصبح "حاضرا" وماضيا"، لأن اللحظات لا يمكنها التغّير.

على نحو شخصى أو ذاتى يمكن القول إن المستقبل لملاحظ معين يكون مفتوحا من وجهة نظر هذا الملاحظ لأن المرء لا يستطيع قياس أو ملاحظة مستقبله هو (المرء). لكن "الانفتاحية" بهذا المعنى الذاتى لا تسمح بالاختيارات. لو أن لديك تذكرة فى يانصيب الأسبوع الماضى ولكنك لم تعرف بعد ما إذا كنت قد ربحت فإن النتيجة ستكون مفتوحة من وجهة نظرك حتى لو تثبتت. ولكنك لن تستطيع تغييرها شخصياً أو موضوعيًا. ليس ثمة أسباب تؤثر بالفعل فى فعل ذلك فى أى وقت مهما طال. نظرية الحس العام فى الإرادة الحرة تقول إن الأسبوع الماضى، عندما كان لديك خيار سواء فى شراء تذكرة أو عدمه، فإن المستقبل لم يزل مفتوحًا موضوعيًا، وأنه يمكنك بالفعل الاختيار بين خيارين أو أكثر. ولكن هذا يتعذر أو يتضارب مع الزمكان. وعلى ذلك فإن انفتاحية المستقبل مع الزمكان هى وهم، ومن ثم فإن التسبيب والإرادة الحرة كليهما وهم أيضا. نحن بحاجة إليه، ونتمسك به، ونحن بحاجة إلى الاعتقاد بأن المستقبل يمكن التأثير فيه بالأحداث الحالية، وخصوصا باختياراتنا، ولكن ربما يكون ذلك انعكاس لحقيقة أننا لا نعرف المستقبل. فنحن لا نصنع أية اختيارات حتى لو اعتقدنا أننا نفعل، وأن نتيجة اختيارنا هى هناك، فى الشريحة الصحيحة أو المناسبة من الزمكان، غير متغيرة ككل شىء أخر فى الزمكان، ممتنعة عن التأثير بما نتعمده. ويبدو أن هذه التعمدات نفسها غير متغيرة وموجودة بالفعل ومخصصة للحظاتها قبل أن نعرف بها.

لكى تكون "أثراً" لسبب ما يعنى أن تكون تأثرت بهذا السبب، حتى تتغير عبره. وهكذا عندما تنكر فيزياء الزمكان حقيقية تدفق الزمن، فإنها منطقياً لا يمكنها أيضاً استيعاب أو استضافة أفكار الحس العام عن السبب والتأثير. لأنه فى كتلة الكون لا شىء متغيّر: لا جزء من الزمكان يغير جزءا آخر بأكثر مما يستطيع أن يغير جزء من جسم ثلاثى الأبعاد جزءا آخر فيه.

هكذا حدث أن كل النظريات الأساسية فى عصر فيزياء الزمكان، لها خاصية إعطاء كل شىء وقع فى الماضى لحظة معينة، قوانين الفيزياء هى التى تحدد ما الذى وقع فى اللحظات المتتابعة. خاصة أن اللقطات تتحدد عبر لقطات أخرى تسمى "الجبرية"(*) أو "الحتمية" فى الفيزياء النيوتينية، على سبيل المثال، لو فى أى لحظة عرف المرء موضع وسرعة كل الكتل فى نظام مغلق، مثل النظام الشمسى، يمكن للمرء أن يحسب (يتنبأ) أين كانت كل هذه الكتل فى كل الأوقات السابقة.

قوانين الفيزياء هى التى تميز لقطة عن غيرها و تمثل "الغراء" الذى يجمع كل اللقطات مع بعضها البعض كزمكان. دعنا نتخيل أنفسنا، على نحو سحرى ومستحيل، خارج الزمكان (أى فى زمن خارجى عن زمننا، ومستقلا عن ذاك الزمكان) دعنا نقوم بتقطيع الزمكان إلى شرائح من المكان فى كل لحظة كما فهمها ملاحظ معين فى الزمكان، ثم قمنا بخلط هذه اللقطات من غير ترتيب ثم إلصاقهم ببعض مرة أخرى على نحو جديد. هل يمكننا من الخارج القول أن هذا ليس هو الزمكان الحقيقى؟ تقريبا بالتأكيد أو بالكاد. لسبب واحد: فى العمليات الفيزيائية لهذا الزمن غير المرتب سوف لا يوجد شىء واحد مستمر. الأشياء ستوجد لحظيا فى نقطة ما ثم تعاود الظهور فى نقطة أخرى. وسبب ثان وأكثر أهمية: إن قوانين الفيزياء لم تعد قائمة. على الأقل

(*) الحتمية أو الجبرية هى النظرية القائلة بأن سلوك المرء وأفعاله ترجع للقضاء والقدر ولا يد له فيها (المترجم)

القوانين الحقيقية للفيزياء لم تعد قائمة، سوف توجد مجموعة مختلفة من القوانين التى ستأخذ "عدم الترتيب" فى اعتبارها، وكذلك معان جديدة للوضوح وعدمه، ثم تَصف عدم الترتيب فى الزمكان بشكل صحيح.

وهكذا سيكون الفرق - بالنسبة لنا - بين الزمكان غير المرتب والزمكان الحقيقى فادحا. ولكن ماذا عن السكان؟ هل يمكنهم أن يخبرونا بشىء عن الفرق؟ نحن نقترب هنا على نحو خطر من "اللامعنى" - اللامعنى المعتاد لنظرية الحس العام عن الزمن. ولكن تَحمّل معى وسوف نكون بمنجى من هذا اللامعنى. بالطبع لن يكون ممكنا للسكان أن يخبرونا عن الفرق. لو استطاعوا لفعلوا. سوف يعلقون مثلا على عدم الاستمرارية فى عالمهم، ويطبعون أبحاثا علمية عنه. هذا إن استطاعوا البقاء أصلا فى الزمكان غير المرتب (الملخبط). ولكن من وجهة نظر موقعنا السحرى وما له من أفضلية نستطيع أن نرى أنهم تمكنوا من البقاء وأيضا بحوثهم العلمية. نستطيع أن نقرأ تلك البحوث ورؤية أنها لا تزال تحتوى فقط على ملاحظات عن الزمكان الأصلى. كل تسجيلات العمليات الفيزيائية للزمكان متضمنة ذكريات وكل ما هو مفهوم لوعى الملاحظ، ستكون متطابقة مع تلك التى للزمكان الأصلى. نحن فقط قمنا بعدم ترتيب للقطات على غير وضعها الصحيح، ولم نغيرها فى الداخل حتى أن السكان سيظلون مدركين لها بشكلها الأصلى.

وهذا يحدث بمصطلحات الفيزياء الحقيقية، الفيزياء كما يفهمها سكان الزمكان ستكون أن كل هذا التقطيع وإعادة الإلصاق للزمكان هو من قبيل "اللامعنى". ليس فقط الزمكان غير المرتب، بل حتى تجميع اللقطات غير الملصقة، جميعها تتطابق فيزيائيا مع الزمكان الأصلى. نحن نصور كل اللقطات الملصقة ببعضها البعض على النحو الصحيح لأن هذا يمثل العلاقة بينها والتى تحددت بمعرفة قوانين الفيزياء. وصورة لهم تلصق بينهم فى شكل مختلف سوف تمثل نفس الأحداث الفيزيائية، ونفس التاريخ، ولكن على نحو ما لن تمثل العلاقات بين هذه الأحداث. وهكذا فإن اللقطات لها نظام

جوهرى نابع من طبيعتها، ويتم تعريفه عبر محتوياتها وعبر القوانين الحقيقية للفيزياء وأية واحدة من اللقطات مع قوانين الطبيعة، لا تحدد فقط كيف ستكون كل الأخريات وإنما تحدد أيضا نظامها وتحدد أين مكانها فى التتابع. وبكلمات أخرى فإن كل لقطة لديها "ختم زمنى" مشفر فى محتويات الفيزياء.

هكذا يجب أن يكون الأمر بالنسبة لمفهوم الزمن، أن يحرر من خطأ الإعلان عن منظور عام يبالغ فى الإحاطة بالزمن وخارجى عن الحقيقة الفيزيائية. "ختم الزمن" على كل لقطة هو ما يُقرأ على أى منبه موجود فى هذا الكون. فى بعض اللقطات – تلك التى تشتمل على التمدين البشرى أو الحضارات البشرية على سبيل المثال – هناك منبهات فعلية. فى بعضها الآخر هناك متغيرات فيزيائية – مثل التكوين الكيميائى للشمس أو فى كل مادة الفضاء – والتى يمكن اعتبارها كمنبهات لأن لها قيماً نهائية ومتميزة فى كل لقطاتها المختلفة، على الأقل فوق منطقة معينة من الزمكان. يمكننا أن نوحد القياس فيها أو نحدد عيارها ونفحصها بدقة لكى تتوافق مع بعضها الآخر حين تتداخل مع بعضها أو تتراكب فوق بعضها البعض.

يمكننا إعادة إنشاء الزمكان باستخدام النظام الجوهرى الذى تحدد بواسطة قوانين الفيزياء. إننا نبدأ بواحدة من اللقطات أيا كانت. وبعدها نحسب أيها التى تسبقها وأيها التى ستتلوها وكيف سيبدوان، ونضعها مع المجموعات الباقيات ثم نلصقها فى أى من جوانب اللقطات الأصلية. وبتكرار العملية سوف ينبنى كل الزمكان. هذه الحسابات معقدة لإجرائها فى الحياة الفعلية ولكنها صحيحة وفعلية ومنطقية فى تجربة ظنية تخيلنا خلالها أنفسنا وقد أُقصينا عن العالم الفيزيائى الحقيقى. (وأيضاً) وعلى نحو صريح، فيما قبل الفيزياء الكمية ستكون هناك لقطات مستمرة بشكل لا نهائى حتى أن العملية التى وصفناها على التو سيحل محلها عدد نهائى من العمليات، ولكن المبدأ سيظل واحدا أو هو نفسه.

قابلية أى حدث للتنبئو بدلالة حدث آخر لا تعنى أن هذين الحدثين هما سبب ونتيجة. على سبيل المثال فإن نظرية الديناميكا الكهربية تقول بأن كل الإلكترونات تحمل نفس الشحنة. وعليه فإننا باستخدام هذه النظرية نستطيع - وكثيرا ما نفعل - التنبؤ بنتيجة قياس يخص إلكترون ما من خلال قياس إلكترون آخر. ولكن أيا من النتيجتين لا يكون بسبب النتيجة الأخرى. وفى الواقع، وفى حدود أبعد ما نعرفه، فإن شحنة أى إلكترون لم يكن السبب فيها أية عملية فيزيائية. ربما تسببت فيها قوانين الفيزياء ذاتها (ولو أن قوانين الفيزياء هى نفسها وكما اعتدنا أن نعرفها على ما هى عليه لا تتنبأ بشحنة الإلكترون، هى مجرد تقول أن كل إلكترون شحنته تتساوى مع شحنة أى إلكترون آخر). ولكن على أية حال، هنا مثال على الأحداث (نتائج ما نجريه من قياسات على الإلكترونات) التى يمكن التنبؤ بها من خلال غيرها، ولكن لا نجعل أى منها سببا للآخر، ليست هناك أية مساهمة سببية بينها.

فهاك مثال آخر، إذا لاحظنا مكان قطعة واحدة فى لعبة "البازل **Puzzle** (*)" وهى مرتبة بشكل معقد ومحير تماما، ونحن نعرف شكل كل القطع الأخرى وأنها متشابكة أو معشقة بشكل جيد يمكننا بذلك أن نتنبأ بمكان القطع الأخرى أين ستكون. ولكن هذا لا يعنى أن القطع الأخرى قد تسببت فى وجود القطعة الأولى حيث هى والتى لاحظنا فى البدء أين هى. أيًا كان للتسبيب علاقة بالأمر فهو سيعتمد على كيف جاءت الأحجية ككل إلى هنا. إذا كانت القطعة التى لاحظناها فى البداية قد وضعت منذ البدء وحدها فلا شك أنها ستكون بالطبع من بين أسباب وجود باقى القطع فى مكانها. وإذا كانت أى قطعة أخرى قد وضعت فى مكانها فى البدء فإن القطعة التى لاحظناها فى البدء ستكون أثرًا لتلك التى وضعت قبلها وليس سببا لها. ولكن لو أن اللعبة قد بنيت

(*) لعبة عبارة عن لوحة مرسومة أو منظر طبيعى ولكنها مُقَطَّعة بواسطة منشار انحرافى (أركيت) إلى قطع خشبية صغيرة ذات أشكال متعددة وذات زوائد تصلح للتعشيق وعلى اللاعب بعد بعثرتها أن يستخدم ذكاءه فى إعادة تعشيقها على نحو سليم لتشكيل الصورة أو الرسم الأصلى. (المترجم)

من خلال ضـربة واحدة لمنشار منحنيات (أركيت) ولم يتـم تجميعهـا أبدا فـإن أى من أمكنه القطع لن يكون سببا للقطع الأخرى أو أثر من تأثيراتها. كما لم يتم تجميعها بأى نظام ولكن أنشئت على نحو متزامن، وفى أوضـا ع حيث انصاع الأمر فيها لقواعد اللعبة التى جعلت من هذه الأمكنة يمكن التنبؤ بها على نحو تبادلى. ومع ذلك فأى منها لم يكن سببا للآخر.

حتمية القوانين الفيزيائية للأحداث التى تقع فى الزمكان تشبه القابلية للتنبؤ فى الأحجية (اللعبة) ذات القطع المعشقة جيدا أو بشكل صحيـح. قوانين الفيـزياء تحدد ما يحدث فى لحظة ما عما يحدث فى غيرها من اللحظات، تماما مثلما تحدد قواعد اللعبة مكان بعض القطع عن مكان بعضها الآخر. ولكن تماما مثل مع اللعبة فأيا كانت الأحداث فى لحظة مختلفة سببا فى غيرها أم لا، تعتمد على كيف وصلت اللحظة إليها. إننا لا نستطيع القول بالنظر إلى اللعبة الأحجية إذا كانت اللحظة قد وصلت إليها عند وضع كل قطعة منها فى كل مـرة. ولكن مع الزمكان نحن نعرف أنه لا مـعنى للحظة واحدة ما إذا كانت قد وضـعت بعد الأخرى، لأن هذا من شأنه أن يكون تدفقا للزمن. ولهذا نحن نعرف حتى لو كانت بعض الأحداث يمكن التنبؤ بها من أحداث أخرى فإن أحداثا فى الزمكان ليست سببا لأحداث أخرى. دعنى أؤكد مرة أخرى بأن كل ذلك كان طبقا للفيزياء قبل الكمية، والتى فيها تقع كل الأحداث فى الزمكان وكل ما نراه فى هذا الزمكان يتنافر مع السـبب والأثر. وليس أن الناس يخطئـون بالقـول إن ثمـة أحـداثًا فيزيائية معينة هى أسباب وآثار لغيرها، إنه فقط يكمن فـى أن حدسـهم لا يتوافق ولا يمكن تحـميله بقـوانين فـيزيـاء الزمكان. ولكن لا شـى مع هذا لأن فـيزياء الزمكان هـى ذاتها مراوغة وغير صادقة.

لقد قلت فى الفصل الثامن أن هناك شرطين لازمين لأى كينونة لتكون سببا فى إعـادة نسخ ذاتهـا. أولـها أن هـذه الكينونة فى ذاتهـا هـى فـى الواقـع "مـعـيـدة نسـخ"، وثانيـهمـا أن معظم المتغيرات فيها، فى نفس الحالة، لن يعاد نسخها. هذا التعريف

يتضمن فكرة أن السبب هو شيء من شأنه أن يحدث فرقا في آثاره، وأنه يعمل من أجل السببية بصفة عامة. لأنه لكي تكون X سببا في Y فيجب توافر شرطين، أولهما أن X و Y يجب أن يقعا؛ والثاني، أن Y لم تكن لتقع إذا لم تقع X أيضًا. على سبيل المثال: ضوء الشمس كان سببا للحياة على الأرض، لأن كلا من ضوء الشمس والحياة حدثتا على الأرض، وبسبب أن الحياة ليس لها أن تستلزم وتؤثر في غياب ضوء الشمس.

وهكذا فإن العقلانية بشأن السبب والأثر يتعذر اجتنابها أيضا مع متغيرات الأسباب والآثار. المرء يقول دائما ما الذي يمكن أن يحدث لو، في حالة تساوى الأشياء الأخرى، لو أن كذا وكذا فإن حادثة ما يمكن أن تقع على نحو مختلف. يستطيع مؤرخ ما أن يصدر حكما مثل "لو أن فاراداي قد وافته المنيَّة عام ١٨٣٠ لتأخرت التكنولوجيا أو التقنية لمدة عشرين عامًا". يبدو معنى هذا الحكم صادقًا وواضحا، وطالما أن فاراداي لم توافه المنية عام ١٨٣٠ وإنما اكتشف الحث الكهرومغنطيسي عام ١٨٣١، فإن معنى الحكم يبدو جديراً بالتصديق أيضا ولو ظاهريا. يتساوى القول إن التقدم التقني الذي حدث يرجع جزئيا إلى اكتشاف فاراداي. والقول بأنه يرجع إلى بقائه. ولكن ماذا يعني في مفهوم فيزياء الزمكان التعقيل عن المستقبل وعن أحداث لم توجد بعد؟ إذا لم تكن حادثة كهذه في الزمكان، مثل موت فاراداي عام ١٨٣٠، فلن تكون هناك ثمة أحداث ناجمة عنها. من الطبيعي أنه يمكننا تخيل زمكان يحتوي على مثل هذه الواقعة، ولكن حينئذ طالما أننا نتخيله، فإنه يمكننا أيضا تخيل أية نتائج أو آثار نرغب فيها. يمكن أن نتخيل مثلا أن موت فاراداي أعقبه تقدم تقني متسارع. ربما نحاول تجنب هذا الغموض عن طريق تصور زمكانات تكون فيها قوانين الفيزياء هي نفسها حتى ولو أن الحدث محل البحث فيها يختلف عن الحدث الواقع في الزمكان الفعلي، إنه ليس واضحا ما الذي يحكم القيود على تخيلاتنا على هذا النحو، ولكن على أي الأحوال، أي لو أن قوانين الفيزياء كانت

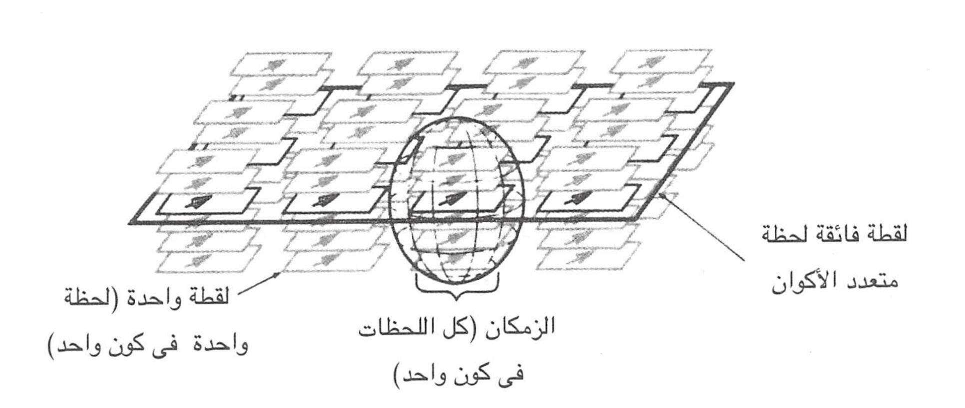
هى نفسها، فإن الحدث موضع البحث لم يكن ليختلف، لأن القوانين هى التى حددته بدون غموض أو التباس من التاريخ السابق. وبالتالى فإنه ليس ثمة ما يدعو إلى تخيل التاريخ المسبق مختلفًا أيضًا. كيف يختلف؟ تأثير المتغيرات المتخيلة فى التاريخ تعتمد نقديًا على ما نعنيه بالتساوى بين الأشياء. وهذا ما يبدو من الغموض إنقاصه، لأن هناك عدد لا نهائى لتخيل حالة الأشياء قبل عام ١٨٣٠ والتى كانت من الممكن أن تقود إلى موت فاراداى فى هذا العام وبعضا منها كان يمكن بدون شك أن يقود إلى تقدم تقنى أسرع وبعضها قد يقود إلى التباطؤ فيه. أى منها هو الذى نشير إليه باستخدام عبارة: لو ..... إذن .....؟ ما الذى يدخل فى الحسبان كـ" تساوى الأشياء الأخرى"؟ حاول، كما ربما نفعل، إننا لن ننجح فى إذابة هذا الغموض فى ظل فيزياء الزمكان. ليس ثمة تجنب لحقيقة أن شيئا واحدًا فقط يحدث فى الواقع فى ظل الزمكان، وكل ما عداه محض خيال.

ونحن مجبرون على استخلاص أنه فى ظل فيزياء الزمكان فإن الجمل الشرطية التى تكون مقدماتها غير صادقة (إذا كان فاراداى قد وافته المنية عام ١٨٣٠ ...) لا تكون لها معنى. المناطقة يسمون مثل هذه العبارات "الشرطية المتناقضة مع الواقع أو المضادة له" وحالتها تتمثل فى أنها متناقضة تقليدية. نحن نعرف ما الذى تعنيه مثل هذه العبارات، وبعد فحالما نحاول تقرير معناها بوضوح تبدو كأنها تتبخر أو تتلاشى. ومصدر هذا التناقض ليس فى المنطق أو اللغويات وإنما فى الفيزياء، فى الفيزياء الزائفة للزمكان. حقيقة الفيزياء ليست هى الزمكان. إنها شىء أكبر بكثير، وأكثر من كينونة متغيرة أو متنوعة إنها تعدد الأكوان إذا أن متعدد الأكوان فى أول تقريب للمسألة يشبه أن تكون عددا كبيرا من الزمكانات تتشارك فى الوجود وتتفاعل قليلا أو بخفة. إذا كان الزمكان يشبه تراكما من اللقطات، وكل لقطة منها هى كل الفرا غ فى لحظة واحدة، إذن يكون متعدد الأكوان مثل مجموعة واسعة من مثل هذه التراكمات. وحتى هذا (كما سنرى) لا يمثل صورة دقيقة، ولكن يمكنها، ولو قليلا، أن تستضيف

الأسباب والآثار: لأن متعدد الأكوان يضم ثمة بالتأكيد، ولو بالكاد، بعض الأكوان التي توفي فيها فارادي عام ١٨٣٠، وعلى وجه الحقيقة (ليست حقيقة ملحوظة ومع ذلك فهي حقيقة موضوعية) فإن التقدم في تلك الأكوان تأخر أو لم يتأخر بالتناسب مع التقدم في كوننا. وليس ثمة شيئا إجباريا بشأن التنوعات في كوننا كالعبارات المضادة للواقع " إذا كان فارادي قد مات عام ١٨٣٠ ..." وماذا تشير إليه. إنها تشير إلى التنوعات التي وقعت بالفعل في مكان ما في متعدد الأكوان. وهذا هو ما يحل الغموض وينهيه. الإغواء بتخيل أكوان أخرى لا طائل وراءه. لأنه يمكننا تخيل العوالم التي نحبها، وأي مقاطع منها نرغب فيها. ولكن في التعددية، تكون الأكوان في مقاطع محددة، ولذلك من قبيل العبارات ذات المعنى القول بأن أحداثًا ما "نادرة" أو "شائعة" في ظل التعددية، وأن أحداث تتلو أخرى "في معظم الأحوال". معظم الأكوان الممكنة منطقيًا غير ممثلة على الإطلاق - فليس ثمة، مثلاً، أكوان تختلف فيها شحنة الإلكترون عن مثيلتها في كوننا، أو التي لا تتحقق فيها قوانين فيزياء الكم. وقوانين الفيزياء التي تشير ضمنيًا إلى أنه في مضادات الواقع تكون القوانين السائدة الطيّعة في أكوان أخرى، أعني قوانين ميكانيكا الكم ولذلك فإن عبارة من مثل "لو ..... إذن ...." يمكن أخذها دون غموض على أنها تعني "في معظم الأكوان التي توفي فيها فارادي عام ١٨٣٠، تأخرت التقنية بالقياس إلى تقنيتنا نحن" وبشكل عام فإنه يمكننا القول بأن الواقعة X قد تسببت في الواقعة Y في كوننا إذا كانتا كلتاهما قد وقعتا في كوننا ولكن في معظم تنوعات كوننا التي لم تقع فيها X فإن Y لم تحدث أيضا.

إذا كان متعدد الأكوان حرفيًا، هو تجميع للزمكانات، فسيكون المفهوم الكمي للزمن هو نفسه المفهوم التقليدي. في الشكل ١١ - ٦ يظهر أن الزمن هو تعاقب من اللحظات. والفرق الوحيد سيكون أنه في لحظة معينة من التعددية ستكون أكوان عديدة في حالة وجود بدلا من كون واحد. الحقيقة الفيزيائية في لحظة معينة ستكون، من حيث التأثير، لقطة فائقة تشتمل على لقطات لعديد من الأوجه المختلفة للفضاء كله. وكل

الحقيقة لكل الزمن سوف تكون كومة تراكمية لكل اللقطات الفائقة، تماما كما كانت تقليديا كومة من لقطات الفضاء. لأنه بسبب التداخل الكمى فكل لقطة لن تكون بعد محددة كلِّيةً باللقطة السابقة عليها فى نفس الزمكان (ولو أنها ستكون تقريبية، لأن الفيزياء التقليدية عادة ما تكون تقريبًا جيدًا لفيزياء الكم). ولكن اللقطات الفائقة بدءًا من اللحظة المعينة ستكون بالضبط وعلى نحو كلّى محددة بواسطة اللقطة الفائقة التى سبقتها. هذا التحديد الكامل لن يسمح بنشوء التنبؤ الكامل، حتى من حيث المبدأ، لأن إقامة تنبؤ سيتطلب معرفة ما حدث فى كل الأكوان، وكل نسخة منها يمكنها أن تفهم أو تدرك مباشرة كونا واحدا. ومع ذلك، طالما نحن معنيون بمفهوم الزمن، فإن الصورة مثل زمكان من لحظات متعاقبة ولها علاقة بقوانين جبرية، فقط مع حدوث الكثير فى لحظة ما، ولكن أكثرها يَخْفَى على أى نسخة واحدة من أى ملاحظ.



(الشكل ١١ – ٦)

إذا كان متعدد الأكوان هو مجموعة من الزمكانات المتفاعلة

فسيظل الزمن عبارة عن لحظات متعاقبة

ومع ذلك، فهذا ليس حال متعدد الأكوان. إن نظرية كمية للزمن قابلة للعمل - والتى لا بد أن تكون أيضا نظرية كمية للجاذبية - قد صارت هدفًا مأمولاً وإن ظل بعيدًا عن متناول يد الفيزياء النظرية لعدة عقود مضت. ولكننا الآن نعرف عنها ما يكفى عن: إلى مدى نعرف فيه أنه ولو أن قوانين فيزياء الكم هى جبرية تماما على مستوى التعددية، فإنها لا تجزئ متعدد الأكوان إلى زمكانات منفصلة بالطريقة الموضحة فى الشكل (١١ - ٦) ولا إلى لقطات فائقة تتحدد كل منها بالكامل بواسطة الأخريات. وهكذا نحن نعرف أن المفهوم التقليدى عن الزمن من أنه تتابع لحظات ليس صحيحا على الرغم من أنه يمدنا بتقريب جيد فى كثير من الأحوال بمعنى مناطق عديدة فى التعددية.

لإيضاح وشرح المفهوم الكمى للزمن، دعنا نتخيل قيامنا بتقطيع متعدد الأكوان ذاك إلى شرائح من اللقطات، وجعلنا من هذه الشرائح كومة منها. والذى نستطيع به أن نلصق كل شريحة منها إلى جوار الأخرى لنجمعهم معًا مرة أخرى؟ كما فى السابق ليس أمامنًا سوى قوانين الفيزياء، وما هو حقيقى وجوهرى من قطاعات اللقطات، وحدها هى المقبولة هنا كمادة غراء نستخدمها فى اللصق. لو كان الزمن فى متعدد الأكوان هو تتابع من اللقطات، فسيكون ممكنا تعريف كل لقطات الفضاء فى لحظة معينة لكى نجعل منها لقطة فائقة. ليس مدهشا أننا لن نجد طريقة لفعل ذلك. فى التعددية لا يملك الزمن "خاتم زمن". ليس هناك ما هو مثل ذلك، بحيث تكون كل لقطة فى كون آخر قد وقعت "فى نفس اللحظة" التى وقعت فيها فى كون غيره، كلحظة معينة فى كوننا نحن، لأن هذا سيكون من شأنه أن يكون هناك مخطط عام للزمن يحيط به كله، خارج التعددية، وله صلة بأية حوادث تقع فى متعدد الأكوان. ليس هناك مثل هذا المخطط العام.

ليس ثمة تكافؤ أساسى بين لقطات من أزمنة أخرى وبين لقطات من أكوان أخرى، وهذا يمثل القلب المميز للمفهوم الكمى للزمن:

"الأزمنة الأخرى هى بالضبط حالات خاصة من الأكوان الأخرى".

هذا الفهم برز فى البداية من بحث مبكر عن الجاذبية الكمية فى سيتينات القرن الماضى، وبالذات البحث الذى أجراه برايس دى ويت Bryce De Witt ولكن فى حدود معلوماتى، لم يعلن عنه كطريقة عامة إلا بمعرفة دون باج Don Page ووليام ووترز William Wooters فى العام ١٩٨٣ . اللقطات التى تطلق عليها "أزمنة أخرى فى كوننا" تتميز عن تلك التى فى "أكوان أخرى" ولكن فقط من وجهة نظر ما نشاهده نحن، وفقط من ناحية أنها قريبة الصلة على نحو خاص إلينا من خلال قوانين الفيزياء. ولذلك فهى تمثل تلك اللقطات التى يعتبر وجودها دليل ما تشتمل عليه لقطاتنا. ولهذا السبب فقد اكتشفناها لعدة آلاف من السنين قبل أن نكتشف التعددية. والتى ترتطم بها على نحو خفيف من خلال المقارنة وعبر تأثيرات التداخل. وقد أقمنا بناء من لغة خاصة (الماضى والمستقبل فى تصريفات الأفعال) للتعبير عنها. وأيضا بناءات أخرى (مثل عبارات "لو ..... إذن .....") والتشكلات الشرطية والذاتية للأفعال) للحديث عن طرازات أخرى من اللقطات، دون حتى معرفة هل هى موجودة أم لا. وقد اعتدنا أن ندلف وندس فى حديثنا نوعين من طراز اللقطات – أزمنة أخرى، وأكوان أخرى – فى مستويات مفاهيمية مختلفة كلِّية. الآن نرى أن مثل هذا التمايز ليس ضروريا.

دعنا الآن نستمر مع فكرتنا فى إعادة البناء لمتعدد الأكوان يوجد الآن ما هو أكثر من كومة اللقطات، ولكن دعنا مرة أخرى نبدأ بلقطة واحدة من كون واحد فى لحظة واحدة. إذا بحثنا الآن فى الكومة عن لقطات أخرى مشابهة جدًا للقطة الأصلية، سنجد أن هذه الكومة مختلفة جدا عن الزمكان غير المشابه. وذلك لسبب وحيد هو أننا سنجد لقطات عديدة متطابقة تماما مع الأصلية. فى الحقيقة أن أى لقطة موجودة فهى موجودة كليا فى عدد لا نهائى من النسخ. فليس إذن ثمة معنى للتساؤل عن عدد اللقطات التى لها خصائص كذا وكذا.....، ولكن نسأل فقط أى قطاع من هذه المجموع

اللانهائى تكون له خصيصة ما. ومن أجل الإيجاز فيما أقول، عندما أتحدث عن عدد معين من الأكوان سأعنى دوما قطاعا معينا من العدد الكلى داخل متعدد الأكوان.

إذا وجدنا بين تنوعات النسخ منى أنا فى الأكوان المختلفة، أقول إذا كانت ثمة نسخ متطابقة معى، أيها هى أنا؟ أنا بالطبع هو كلهم. كل منهم قد سأل على التو نفس السؤال "أيهم يكون أنا؟ " وأى طريقة صادقة للإجابة على هذا السؤال لا بد أن تعطيهم نفس الإجابة. بافتراض أنه لا معنى للسؤال فيزيائيا عن أى النسخ المتطابقة هو أنا، هذا الافتراض يعنى افتراضا آخر بأن ثمة إطار مرجعى خارج متعدد الأكوان تنسب إليه الإجابة المطلوبة مثل" أنا الثالث من اليسار..." ولكن أى "يسار" هذا وماذا تعنى "الثالث"؟ مثل تلك المفردات تعنى شيئا عندما نتخيل لقطات منى مصفوفة فى وضعية مختلفة فى فضاء خارجى ما. ولكن متعدد الأكوان لا يوجد فى فضاء خارجى بأكثر مما هو موجود فى زمن خارجى: إنه يحتوى كل الفضاءات وكل الأزمنة هناك. إنه فحسب وفيزيائيا هو كل ما هو موجود.

النظرية الكمية عموما لا تحدد ماذا سيحدث فى لقطة معنيّة معينة بذاتها، كما تفعل فيزياء الزمن الفضائى. وبدلا من ذلك فإنها تحدد ما هو القطاع من اللقطات فى متعدد الأكوان ستكون لديه الخاصية المعينة. ولذلك فنحن سكان التعددية نستطيع أحيانا أن نقيم فقط تنبؤات محتملة الحدوث من خلال تجربتنا نحن، حتى ولو أن ما سيحدث فى متعدد الأكوان سيكون محددا بالكامل. افترض مثلاً أننا أجرينا رهانا بعملة معدنية (بقذفها دائرة فى الهواء وعند استقرارها على سطح المائدة على أحد وجهيها "صورة" أو "كتابة" يتحدد الرابح وفقماراهن عليه فى أيهما - المترجم) فثم تنبؤ مطابق لنظرية الكم هنا إذا ما فى عدد معين من اللقطات، انطلقت العملة فى حركتها المغزلية بطريقة معينة وأظهر المنبه قراءة محددة، فثمة نصف هذا العدد من الأكوان تظهر فيه القراءة أعلى ومن ثم تستقر العملة على وجه الـ "صورة" أما النصف الآخر

من الأكوان – نصف العدد – فتظهر فيه القراءة أيضا أعلى ولكن العملة تستقر فيه على وجه "الكتابة".

الشكل ١١ – ٧ يظهر المنطقة الصغيرة من التعددية التى تقع فيها تلك الأحداث. حتى فى منطقة صغيرة تظل هناك كمية من اللقطات يجب إيضاحها، ومن ثم سنجعل كل نقطة واحدة فى الرسم التخطيطى لتمثل إحدى اللقطات منها. كل اللقطات التى ننظر إليها تشتمل على منبهات موحدة الطراز، والرسم التخطيطى قد تم ترتيبه على أن كل اللقطات مع قراءة معينة للمنبه سوف يمثلها الخط العمودى أو الرأسى، وقراءة المنبه تنتشر أو تتوسع فى الرسم من اليسار إلى اليمين. كلما مررنا مع الخط الرأسى فى الرسم فليست كل اللقطات التى سنمر عليها مختلفة عن بعضها. سوف نمر على مجموعة متطابقة منها المشار إليها بالجزء المظلل. واللقطات التى تظهر معها قراءة أدنى للمنبه تقع فى الخانة اليسرى. وسنلاحظ أو نرى أنه فى كل تلك اللقطات، والتى هى متطابقة، ستكون العملة فى حالة دورانها المغزلى. وفى الناحية اليمنى من الرسم، نرى أن نصف اللقطات التى ظهرت فيها قراءة المنبه متأخرة قد استقرت العملة على وجه "الصورة" وفى النصف الآخر استقرت على وجه "الكتابة". فى أكوان تكون قراءة المنبه فيها متوسطة (لا قراءة أسبق ولا أخرى متأخرة) ثمة ثلاثة طرز من الأكوان ممثلة فى قطاعات بعيدة عن قراءة المنبه.

إذا كنت حاضراً فى المنطقة الموضحة فى التعددية، فكل النسخ منك سوف تُرى أولاً فى حركتها المغزلية، وبعدها فنصف النسخ سترى استقرارها على وجه "الصورة" والنصف الآخر سيرى استقرارها على وجه "الكتابة". وفى مرحلة متوسطة من هذا سوف تكون قد رأيت العملية وهى مستمرة فى حركتها اللولبية ولكن على أى وجه سيمكنك التنبؤ بأنها ستستقر عليه فى النهاية. هذا الفرق بين النسخ المتطابقة لملاحظ ما فى أوجه تختلف بدرجة قليلة، هو المسئول عن سمة الاحتمالية الموضوعية فى التنبؤات الكمية. لأنك لو سألت، مبدئيًا، أية نتيجة مقدَّرة فى رهان العملة هذا، فإن

الإجابة ستكون أنها غير قابلة للتنبؤ على نحو صارم. لأن نصف النسخ منك التى ستسأل هذا السؤال سترى وجه "الصورة" فى العملة وسيرى النصف الأخر منها "الكتابة". ليس هناك مثل هذا. أى من النصفين الذى سيرى وجه الصورة بأكثر مما ليست هناك إجابة أيضًا لسؤال "أى النسخ هى أنا؟". ولأغراض عملية يمكنك أن تلاحظ هذا على أنه تنبؤ احتمالى أو قابل للحدوث بأن ثمة فرصة تعادل ٥٠٪ للعملة أن تستقر على وجه "الصورة" و ٥٠٪ الباقية تستقر فيه على وجه "الكتابة.

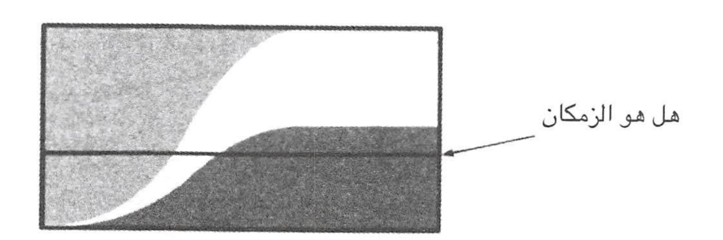
حتمية النظرية الكمية، هى بالضبط كما فى الفيزياء التقليدية، كليهما يعمل للأمام وللخلف عبر الزمن. ومن ناحية حالة المجموعة الموحدة لـ "الصورة" و "الكتابة" فإن اللقطات فى الوقت المتأخر من الشكل (١١ – ٧)، وحالة "الحركة المغزلية" للعملة فى وقت أسبق، كليهما حتمى أو محدد والعكس بالعكس. ومع ذلك فمن وجهة نظر أى ملاحظ، النتيجة تضيع فى عملية الرهان. فى حين أن المرحلة المبدئية المتمثلة فى "الحركة المغزلية" للعملة، ربما تكون بين خبرات الملاحظ، إلا أن المجموعة المتوحدة من وجوه "الصورة" و"الكتابة" لا تلتقى مع أى خبرة ممكنة للملاحظ. ولهذا فإن الملاحظ فى الوقت المبكر للرهان (الحركة المغزلية للعملة) ربما يمكن أن يتنبأ بحالتها المستقبلية ولكن النتيجة موضوعيا ستكون احتمالية. لكن لا أحد من النسخ المتأخرة وقتا يمكن أن يكون فى مقدوره بعد أن رأى النتيجة أن يعيد حالة العملة وهى تدور قبل استقرارها، أى بشكل ارتجاعى، لأن هذه المعلومة ستكون حينئذ قد توزعت عبر طرازين مختلفين من الأكوان، وهذا يجعل عملية الارتجاع هذه من الوضع النهائى مستحيلة. على سبيل المثال: إذا كان كل ما نعرفه أن العملة قد أظهرت وجه "الصورة"، لثوانٍ سابقة على ذلك ربما كانت الحالة وقتئذ هى ما أسميته "الدوران المغزلى"، أو أن العملة كانت تدور فى اتجاه "الكتابة"، وأنها من نوع سيستقر دومًا على وجه "الصورة". ليس ثمة هنا

إمكانية للاسترجاع، حتى ولو كان ارتجاعا احتماليا. الحالة السابقة للعملة ببساطة لا تحددها حالتها المتأخرة أى حالة لقطات وجه "الصورة"، ولكن فقط من خلال حالة "المفصل" بين لقطات وجه "الصورة" ولقطات وجه "الكتابة" أى خط أفقى يمر عبر الشكل (١١ - ٧) فى تتابع للقطات مع تزايد فى قراءات المنبه. ربما يغرينا التفكير فى هذا الخط. مثل التى تبدو فى الشكل (١١ - ٨) كزمكان، وكل الرسم على أنه كومة من اللقطات، واحدة عن مثل هذا الخط. يمكننا أن نقرأ من الشكل (١١ -٨) ماذا يحدث فى الزمكان معرفًا بالخط الأفقى. وللحظة هو يتكون من العملة الدائرة مغزليا. وللحظة أخرى تحتوى على العملة متحركة بطريقة تتجه تنبؤيًا كأنها ستستقر على وجه "الصورة". ولكن فى لحظة متأخرة وبالتناقض مع ذلك، تحتوى عليها وتبدو كأنها تتحرك بطريقة تتجه بها تنبؤيًا إلى الاستقرار على وجه "الكتابة". وأخيرا تستقر على وجه "الكتابة. ولكن هذا مجرد نقص أو عيب فى الرسم، وكما أشرت فى الفصل ٩ (انظر الشكل ٩- ٤) فى هذه الحالة فإن قوانين الكم تتنبأ أنه لا يوجد ملاحظ يتذكر رؤية العملة فى حالة التنبؤ بوجه "الصورة" يمكن له أن يرى حالة وجه "الكتابة: إنه الحكم على ما أسميناه (التنبؤ بوجه "الصورة") فى المقام الأول. ولذلك فليس ثمة ملاحظ فى التعددية سيتعرف على الوقائع التى تحدث فى الزمكان المعرف بالخط. كل ذلك يؤكد أنه لا يمكننا أن نلصق هذه اللقطات معًا بشكل اعتباطى، ولكن فقط بطريقة تعكس العلاقات بينهما كما حددتها قوانين الفيزياء. اللقطات عبر الخط فى شكل ١١ - ٨ لا تقيم علاقات مع بعضها بشكل مُرضى لكى تقوم أو تحكم على أنها متجمعة معا فى كون واحد. مع الاعتراف بأنها تظهر فى ظل القراءات المتزايدة للمنبه كأنها فى زمكان وكأنها أختام زمنية والتى ستكون كافية للزمكان كى يمكن مشابهته. ولكن فى التعددية سيكون هناك مدى واسع من اللقطات لا تكفى القراءات المتزايدة للمنبه لتحديد أى لقطة لها علاقة بالأخريات. لكى نفعل ذلك علينا أن نأخذ فى اعتبارنا التفصيل المعقد والصعب بالنسبة لأى لقطات هى التى ستحدد الأخرى.



(شكل ١١ – ٧)

منطقة من متعدد الأكوان تشتمل على عملة تدور مغزلياً وكل نقطة فى الرسم التخطيطى تمثل لقطة واحدة



(شكل ١١ – ٨)

تتابع من اللقطات مع قراءات متزايدة للمنبه الذى ليس بالضرورة زمكان

أى لقطة فى الزمكان تتحدد بواسطة أى لقطة أخرى وكما قلت فإن هذا الأمر ليس كذلك عموما فى متعدد الأكوان. تماما كما فى حالة مجموعة من اللقطات المتطابقة (مثل تلك التى تمثل العملة أثناء دورانها المغزلى) تحدد حالة عدد متساوى معها من اللقطات المختلفة (مثل وجوه "الصورة" ووجوه "الكتابة"). وبسبب خاصية الزمن فى المعكوسية فى قوانين فيزياء الكم، فى المنظور العام، ثمة قيم متعددة فى حالة حروف كلمة "مجموعة" أيضا تحدد حالة ما يسبقها. ومع ذلك، فهناك مناطق فى متعدد الأكوان، وبعض الأماكن فى الفضاء، تسقط فيها لقطات بعض الموضوعات الفيزيائية، لمدة ما، فى سلسلة، كل عدد منها يحدد كل اللقطات الأخرى إلى تقريب جيد. تَعَاُقب لقطات النظام الشمسى ستكون نموذجا مثاليا لذلك. قوانين الفيزياء التقليدية فى هذه المناطق هى تقريب جيد لقوانين الكم. التعددية فى هذه المناطق والأماكن، تبدو فى شكل (١١ – ٦)، تجمع من الزمكان، وفى هذا المستوى من التقريب يتناقص المفهوم الكمى للزمن إلى المفهوم التقليدى. المرء يستطيع التمييز بين "الأزمنة المختلفة" وبين "الأكوان المختلفة"، والزمن هو تتابع من اللحظات، ولكن هذا التقريب يسقط إذا تفحص المرء هذه اللقطات بتفصيل أكثر، أو نظر إلى الزمن السالف أو الآتى، أو بعيداً عن "المحلية" إلى "التعددية".

كل نتائج التجارب من السائد أن تكون فى متناولنا ولا مهرب لها من تقريب الزمن إلى تتابع من اللحظات. إننا لا نتوقع أن يفشل هذا التقريب فى أى تجربة أرضية أو دنيوية قابلة للتوقع، ولكن تقول النظرية إنه لا بد من فشله بشدة فى طرز معينة من العمليات الفيزيائية. الأول هى بداية الأكوان، الانفجار الكبير "Big Bang" طبقا للفيزياء التقليدية، فإن الزمن بدأ مع لحظة كان فيها "المكان" أو "الفضاء" مكثفًا بطريقة لا نهائية ويشغل حيز نقطة منفردة لا متناهية الصغر، وقبل ذلك لم تكن ثمة لحظات. وطبقا لفيزياء الكم أو بأقصى ما نستطيع قوله فإن اللقطات القريبة جداً من الانفجار الكبير لم يكن لها نظام معين أو مميز. خاصية التتابع هذه فى الزمن لم تبدأ

مع الانفجار الكبير، ولكن بعد بعض الوقت منه. من طبيعة الأشياء فإنه لا يفيد أى معنى أن تسال أى قدر من الوقت ذاك. ولكن يمكننا القول بأنها اللحظات الأبكر والذى يصلح كتقريب جيد لها أن تستنتج الفيزياء القديمة أن الانفجار الكبير قد وقع مبكرا فى 10^{-43} من الثانية (زمن بلانك(*) Blank).

الثانى والمشابه، لفشل تتابعية الزمن، وهو ما يُظن أنه يحدث فى داخل الثقوب السوداء وعند الانهيار النهائى للكون (الانسحاق الكبير Big Crunch)، إذا كان هناك مثل ذلك. فى كلتا الحالتين تنضغط المادة إلى كثافة لا نهائية طبقا للفيزياء التقليدية، تمامًا مثلما كانت فى الانفجار الكبير والنتيجة أن القوى الجاذبة سوف تمزق نسيج الزمكان.

وبالمناسبة، إذا ما كنت قد تساءلت ما الذى حدث قبل الانفجار الكبير أو الذى سيحدث بعد الانسحاق الكبير، يمكنك التوقف عن التساؤل الآن. لماذا يكون من الصعب تقبل أنها ليس ثمة لحظات قبل الانفجار الكبير أو بعد الانسحاق الكبير، لدرجة أن لا شىء يحدث أو يوجد هناك؟ السبب أنه من الصعب تخيل أن الزمن يبدأ أو يتوقف. ولكن حينئذ، الزمن لا يبدأ ولا يتوقف لأنه لا يتحرك أبدًا. متعدد الأكوان لا "يأتى للوجود" أو "يتوقف عن الوجود" مثل هذه المصطلحات تفترض مسبقا تدفق الزمن. إنه فقط تخيل التدفق فى الزمن هو الذى يجعلنا نتعجب حول ما حدث "قبل" أو "بعد" الحقيقة كلها.

(*) ماكس بلانك Blank Max (١٨٥٨ - ١٩٤٧) فيزيائى نظرى ألمانى، هو الذى أصّل نظرية "ميكانيكا الكم" (حصل على جائزة نوبل من أجلها) كما له مبدأ يعرف باسمه: "ثابت بلانك" وهو أساس ميكانيكا الكم ويصف سلوك العناصر والموجات على المستوى الذرى متضمنًا حالة عنصر الضوء وتقدر وحدته 10^{-34} X ٦,٦٢٦٠٧٥٥ ثانية، فضلاً عن أن نظريته تلك أسفرت عما يقال له مبدأ الشك أو اللايقين بمعنى عدم إمكانية التيقن من قياس زمن ومكان عنصر ما فى نفس الوقت. (المترجم)

الثالث، من المظنون أنه على مستوى التأثيرات الكمية فى الميكروسكوبيات الثانوية أو البديلة فإنها ستلوى أو تفتل نسيج الزمكان، وهذا يغلق ثغرات الزمن (يغلق الدائرة) كتأثير له، الآلات الزمنية الرفيعة توجد فى هذا المستوى. وكما سنرى فى الفصل القادم، فإن هذا النوع من انهيار تتابعية الزمن ممكن فيزيائيًا أيضًا على المستويات الأكبر، وهو سؤال مفتوح إذا كان هذا يحدث قرب مثل هذه الأشياء كتناوب الثقوب السوداء.

وهكذا، على الرغم من عدم استطاعتنا حتى الآن من سبر أو استكشاف أى من هذه التأثيرات، فإن أحسن نظرياتنا تخبرنا بأن فيزياء الزمكان ليست بأى حال أبدا أكثر الأوصاف انضباطا للحقيقة. ومهما كان "تقريبا" جيدا، فإن الزمن فى الحقيقة لا بد أن يختلف أساسيًا عن التتابع "الخطِّى" الذى يفترضه الحس العام. ومع ذلك فإن كل شىء فى التعددية محدد بشكل صارم كما فى الزمكان التقليدى. استبعد لقطة واحدة، ستقوم الباقيات بتحديدها تماما. استبعد معظم اللقطات، والقلة الباقية منها ربما تظل تحدد كل ما أزلته، تماما كما تفعلن فى الزمكان. الفارق الوحيد هو، على غير الزمكان، فإن متعدد الأكوان لا يشتمل على الطبقات المحددة أو المشتركة التى أسميتها لقطات فائقة snapshots super التى يمكن أن تقوم بمثابة اللحظات فى التعددية، إنها لعبة بازل puzzle معقدة متعددة الاتجاهات وغير مرتبة.

فى هذه اللعبة (التعددية) والتى لا تشتمل على تتابع من اللحظات ولا تسمح بتدفق للزمن، جاء الحس العام بما له معنى فيما يتعلق بالسبب والأثر. المشكلة أننا وجدنا فيما يتعلق بالسببية فى الزمكان أنها مسألة متغيرات من الأسباب والتأثيرات مثلها مثل الأسباب والتأثيرات ذاتها. وطالما توجد هذه المتغيرات فى خيالنا، وليس فى الزمكان فقد هربنا من مواجهة اللامعنى الفيزيائى برسم نتيجة حقيقية أو جوهرية من الخاصية المتخيلة لغير الموجود من العمليات الفيزيائية (المضادة للحقيقة: - counter factua)، ولكن فى متغيرات متعدد الأكوان الحائزة للوجود فى قطاعات مختلفة،

وتخضع لقوانين محددة أو مقررة نهائية. بوجود هذه القوانين ثمة حقيقة موضوعية بأن أيها من الحوادث تحدث فروقا فى حدوث أى من الوقائع الأخرى افترض أن هناك مجموعة من اللقطات، وليس من الضرورى أن تكون متطابقة، ولكنها جميعا تتشارك فى الخاصية X وافترض أن هذه المجموعة حائزة للوجود، فإن قوانين الفيزياء تقرر أن هناك توجد مجموعة أخرى من اللقطات لها الخاصية Y . وواحدة من شروط X لا يكون سببا فى Y وبالتالى فقد تلاقيا. خذ فى اعتبارك أن متغيرات المجموعة الأولى ليست لها الخاصية X، إذا من خلال وجود هذه المتغيرات، وجود بعضا من لقطات Y لم تزل مقررة، إذن X لن تكون سببا لـ Y : لأن Y سوف تحدث بدون X . ولكن إذا، من مجموعة متغيرات "لا X"، فقط وجود متغيرات "لا Y" مقرر، إذن فإن X كانت سببا فى Y.

ليس هناك فى تعريف السبب والآثر ما يَتَطّلب منطقيا أسبابا لتستمر آثارها، وتكون فى حالة الدخيل أو الغريب، مثل الحالة القريبة جدا من الانفجار الكبير أو حالة داخل الثقوب السوداء، وكلاهما ليس كذلك. ومهما يكن فإن فى خبرتنا اليومية تستمر الأسباب فى إحداث آثارها، وهذا لأنه، على الأقل فى حدود السرعة المتاحة فى التعددية، فإن عدد الطرازات المميزة للقطات تميل للتزايد بسرعة مع الزمن، ولا تتناقص أبدا. وهذه الخاصية لها صلة بالقانون الثانى للديناميكا الحرارية الذى يقول بأن الطاقة المنظمة مثل الكيمياء الكامنة أو الموجودة بالقوة وأيضا الجاذبية، يمكن أن تنقلب إلى طاقة غير منظمة كلّيا، مثل الحرارة وليس العكس من ذلك أبدا. الحرارة عشوائية من الناحية الميكروسكوبية. وبمصطلحات التعددية فإن هذا يعنى أن هناك حالات فروق ميكروسكوبية للحركة فى الأكوان المختلة. على سبيل المثال. فى تعاقب لقطات العملة فى حالة المبالغة العادية، يبدو أن عمليات الاستقرار على السطح تغير، أو تحول مجموعة متطابقة من لقطات وجه "الصورة" المتنبأ بها إلى مجموعة من لقطات وجه "الصورة". ولكن أثناء هذه العملية تكون طاقة حركة العملة قد تحولت إلى حرارة،

وبالتالى عند تعظيم الحركة بدرجة كافية لكى ترى الجزئيات المنفردة، فإن مجموعة اللقطات التالية لن تكون متطابقة أبدًا كلها تقول وتوافق على أن العملة فى وضعية وجوه "الصورة" ولكن تظهر جزئياتها وجزئيات الهواء المحيط بها وعلى السطح الذى ستستقر عليه، جميعها فى شكل أو صورة مختلفة. وأعترف أن لقطات التوقعات المبدئية لوجوه "الصورة" ليست أيضًا متطابقة من المنظور الميكروسكوبى، لأن بعضا من الحرارة سيكون هناك أيضا، ولكن إنتاج الحرارة فى العملية يعنى أن هذه اللقطات أقل تحولا جدا من الأخرى التى تحدثنا عنها.

التحول نسبى للملاحظ، من إمكانيات ما هو فعلى، إلى مستقبل مفتوح، وماضى ثابت، جميعا تصبح ذات معنى داخل هذا الإطار. خذ فى اعتبارك مثال رهان العملة مرة أخرى، قبل الرهان يعتبر المستقبل مفتوحا بالنسبة لأى، ملاحظ، حيث تظل إمكانية أى من النتيجتين "صورة" أو "كتابة" سوف يلاحظهم هذا الملاحظ، ذلك من وجهة نظره حتى ولو أنهم هما من الفعليّات موضوعيا. بعد استقرار العملة تكون نسخ الملاحظ قد تفرعت إلى مجموعتين. وكل منهم قد لاحظ، وتذكر، نتيجة واحدة من رهان العملة. ومنذ أصبحت فى الماضى بالنسبة لأى ملاحظ فقد أصبحت ذات قيمة فعلية واحدة بالنسبة لأى نسخة من الملاحظ، حتى لو كانت من وجهة النظر التعددية فقط قيمتين إلى الأبد.

دعنى أصل إلى خلاصة لعوامل مفهوم الزمن الكمى. الزمن ليس تعاقب للحظات، ولا هو يتدفق. ولو أن حدوسنا عن خواص الزمن هى صحيحة كثيرا. أحداث معينة هى بالطبع أسباب وآثار بالنسبة لبعضها البعض. بالنسبة لملاحظ يكون المستقبل بالطبع مفتوحا والماضى ثابتا، والإمكانيات بالطبع تصبح فعليات. والسبب فى أن نظرياتنا التقليدية عن الزمن غير ذات معنى، هو أنها حاولت تفسير هذه الحدوس الصادقة فى الإطار العام لفيزياء تقليدية زائفة. فى الفيزياء الكمية تكتسب المعنى لأن الوقت كان دوما مفهوما كميا. إننا نعيش فى "وجوه" متعددة فى أكوان نسميها "اللحظات" كل

"وجه" منا لا يهتم مباشرة بالوجوه الأخرى، ولكن لديه دليلاً على وجود الآخرين بسبب الرابطة المُرْضِية التى تقوم بها قوانين الفيزياء بين الأكوان المختلفة. من المغرى أن تكون اللحظة التى هى محل اهتمامنا هى الوحيدة، أو على الأقل هى أكثر حقيقية عن الأخريات. ولكن هذا مجرد "أنانة". كل متعدد الأكوان صحيح فيزيائيًا. ولا شىء آخر حقيقى.

اصطلاحات:

تدفق الزمن: Flow of time	الحركة المفترضة للحظة الحالية فى اتجاه المستقبل، أو الحركة المفترضة لو حددنا من لحظة واحدة عن الأخرى. (هذا لا معنى له!)
الزمكان: spacetime	المكان والزمان، يعتبران معا كخاصية لها طبيعة! استاتيكية ذات أبعاد أربعة.
فيزياء الزمكان: Spacetime phis-ics	النظريات، مثل النسبية، التى فيها تكون الحقيقة معتبرة كزمكان. ولأن الحقيقة هى متعدد الأكوان فمثل هذه النظريات تكون تقريبية فى أحسن أحوالها.
الإرادة الحرة: Free wil	القابلية فى التأثير على الأحداث المستقبلية فى واحدة من عدة طرق ممكنة، واختيار أيها الذى سيحدث.
الشـــرط الضـــد واقعى: Counter factual condisional	جملة شرطية تكون المقدمة فيها زائفة (مثل "إذا كان فاراداى قد توفى عام ١٨٣٠، إذن X لم تكن لتحدث).
لقطة: Snapshot	(اصطلاح لهذا الفصل فقط) كون فى زمن معين.

الخلاصة :

الزمن لا يتدفق، الأزمنة الأخرى هى حالات خاصة لأكوان أخرى.

الزمن يرتحل، قد يكون أو لا يكون فعلياً أو عملياً. ولكننا نمتلك بالفعل فهما نظرياً معقولاً جيداً لكيف سيبدو ذلك إذا فعل، فهمًا يَستوْجِب وتدخل فيه "الأوتار أو الخيوط الأربعة" .

الفصل الثاني عشر

ارتحال الزمن (أو سريانه)

لعلها فكرة طبيعية تلك التى تتعلق بأن الزمن على نحو من الأنحاء هو بعد رابع إضافى للمكان، أى أنه كما أن من الممكن أن يرتحل من مكان إلى آخر، فإنك أيضا يمكنك أن تسافر من وقت لآخر، لقد رأينا فى الفصل السابق أن فكرة "التحرك" عبر الزمن، بنفس المعنى الحادث فى الحركة عبر المكان، هذه الفكرة لا معنى لها. ومع ذلك يبدو واضحًا ما يعنيه المرء بالسفر إلى القرن ٢٥ أو إلى عصر الديناصورات. من المعتاد تخيل آلة الزمن فى روايات الخيال العلمى كعربة دخيلة أو غريبة. المرء عليه أن يضبط بإحكام التاريخ والزمن لحيث يريد، وينتظر سفر الآلة إلى هذا التاريخ (أحيانا يستطيع المرء اختيار المكان أيضًا). ويصبح المرء هناك. إذا اختار المرء الزمن البعيد، وتحدث مع إنسان آلى (روبوت) واعى، وأبدى دهشته وإعجابه بمعجزة سفينة فضاء بين كوكبية، أو (اعتماداً على الحث السياسى لدى المؤلف) وتعجب من التفحمات التى خلفتها ما أحدثته الإشعاعات من تحطيم. وإذا المرء اختار الماضى البعيد، فسوف يقاتل ضد هجمات التيرانوصوركسات بينما ترفرف البتروداكتيلات فوق رأسه.

حضور الديناصورات سيكون دليلا مؤثرًا ومثيرًا للدهشة على أننا وصلنا بالفعل لمرحلة سابقة زمنيا. وعلينا أن نراجع تداخليًا هذا الدليل، وتحديد التاريخ بدقة أكثر، بملاحظة "روزنامة"(*) ذات مدى طويل مثل شكل أبراج النجوم فى سماء الليل ونسب تواجد المواد المشعة فى الصخور. الفيزياء تمدنا بعديد من هذه "النتائج"، وتتكفل قوانين الفيزياء بجعلها تتفق مع واحدة أو أخرى عند تصنيفها وقياس درجاتها بطريقة مناسبة. وطبقا للتقريب الذى يحتوى عليه متعدد الأكوان من زمكانات متوازية كل منها يحتوى على كومة من لقطات المكان، التاريخ المعرَّف بهذه الطريقة هو خاصية للقطة تامة غير منقوصة، وأى اثنتين من اللقطات تنفصل الواحدة منهما عن الأخرى بلحظة زمنية تختلف عنها وتقع بين التاريخين. سفر الزمن هو أى عملية تسبب تفاوتا فى

(*) روزنامة هى وسيلة ما لحساب الزمن وتسلسل التاريخ.

الفترة بين نقطتين من ناحية، خبرتنا عن كيف أن الزمن انقضى أثناء وجودنا بين هاتين اللقطتين من ناحية أخرى. ربما نشير على ساعة أو منبه نحمله معنا، وربما قدّرنا مدى تفكيرنا فى أن لدينا فرصة عمل ذلك، أو ربما قسنا بمعيار فسيولوجى القدر الذى هرمت فيه أجسادنا. لو لاحظنا مدى الزمن الذى انقضى خارجيا، بينما بكل مقاييس ذاتية قد خبرنا وقتًا أقصر بكثير عندما رحلنا إلى المستقبل. ومن الناحية الأخرى لو لاحظنا المنبه الخارجى "والنتائج" التى تشير إلى توقيت معين، وبعدها (ذاتيا) نلاحظها متماسكة فى الإشارة لوقت أسبق، إذن نكون قد سافرنا إلى الماضى.

معظم مؤلفى روايات الخيال العلمى يدركون أن الزمن الموجه للمستقبل أو الماضى هما نوعان من العمليات مختلفان جذريًا. أنا لن أعطى هنا أهمية كبيرة للسفر إلى المستقبل لأنها فى أقصاها أقل إشكالية أو إعضالاً. حتى فى تجربتنا اليومية، على سبيل المثال، عندما ننام ونستيقظ، فإن خبرتنا الذاتية أن الزمن يمكن أن يكون أقصر من الزمن المنقضى خارجيا. الناس الذين يفيقون من غيبوبة دامت عدة سنوات يمكن القول بأنهم سافروا طوال تلك السنوات إلى المستقبل، بينما الأمر ليس كذلك بالنسبة لحقيقة أن أجسادهم قد هرمت طبقا للزمن الخارجى. وبأكثر من الوقت الذى خبروه شخصيا. وهكذا، من حيث المبدأ، فإن تقنية مشابهة لذلك والتى تخيلناها فى الفصل الخامس لإظهار أن دماغ مستخدم الحقيقة التقديرية يمكن تطبيعه مع الجسد كله، وهكذا يمكن استخدامه كإضافة لرحلة زمن موجه إلى المستقبل. أمدّتنا نظرية النسبية الخاصة لأينشتاين بطريقة أقل اقتحامية أو تطفلية، وهى التى تقول بصفة عامة إن أى ملاحظ متسارع أو متباطئ يخبر وقتا أقل مما يخبره ملاحظ ساكن أو فى حالة حركة منتظمة أو مضطردة الاتساق. مثلاً: لو أن رائد فضاء طار فى جولة جوية تستخدم تسارعًا يقترب من سرعة الضوء فسوف يخبر وقتا أقل بكثير عن الملاحظ الذى يبقى على الأرض هذا التأثير يعرف بـ "التمدد الزمنى time dilation". بواسطة تسارعًا

كافيًا يستطيع المرء أن يجعل هذا التمدد فى الزمن من وجهة نظر مركبة رائد الفضاء أقصر للدرجة التى يريدها المرء، وسريان الزمن كما يتم قياسه على الأرض طويلا إلى الحد الذى يرغبه المرء. وهكذا يستطيع المرء إلى أى مدى فى المستقبل يريده فى وقت قصير من الناحية الذاتية. ولكن هذه الرحلة للمستقبل لا يمكن إعكاسها أو أنه يتعذر إلغاؤها. رحلة العودة ستتطلب زمنا مُوجها للماضى، وليس ثمة قدر من تمدد الزمن يسمح لسفينة فضاء أن تعود من رحلة طيران قبل أن تكون قد أقلعت أصلا.

الحقيقة التقديرية ورحيل الزمن، فى معناهما الشائع، يتشابهان فى أنهما يغيران العلاقات المعتادة بين الحقيقة الخارجية وخبرة المستخدم بها. وعلى ذلك يمكن للمرء أن يطرح هذا التساؤل: إذا كان المولّد العالمى للحقيقة التقديرية يمكن برمجته بسهولة للتأثير على الزمن الموجه للمستقبل؟ إذا كان إبطاؤنا سوف يرسلنا إلى المستقبل، هل يرسلنا تسارعنا إلى الماضى؟ لا؛ العالم الخارجى سيبدو كأنه مجرد يبطئ مسيرته. حتى فى حالة الحد الذى ليس فى متناول اليد للعقل أن يعمل بسرعة لا نهائية، فسيبدو العالم الخارجى متجمدا فى لحظة معينة. سوف يبقى هذا ارتحالاً للزمن بالتعريف السابق، ولكنه لن يكون سفرًا موجها للماضى. قد يسميه المرء سفرا موجها للزمن الحاضر. أتذكر رغبتنا فى ماكينة قادرة على السفر الموجه للزمن الحاضر عندما كنت أقوم بمراجعة الدقيقة الأخيرة قبل الامتحان. من منا لم يتمنّ مثل هذه الرغبة؟

قبل أن أناقش سفر الزمن موجها للماضى فى ذاته، ماذا عن محاكاة ذلك الزمن؟ إلى أى مدة يمكن لمولد حقيقة تقديرية أن يبرمج لكى يعطى المستخدم خبرة سفر الزمن موجها للماضى؟ سوف نرى أن الإجابة عن هذا السؤال، مثله مثل كل الأسئلة عن مدى الحقيقة التقديرية، سوف تحكى لنا المزيد أيضا عن الحقيقة التقديرية ذاتها.

الأوجه المميزة لخبرة بيئة الماضى هى: بالتعريف أن خبرة أشياء أو عمليات فيزيائية - منبهات وروزنامات - هى تقرير ما حدث فقط بالفعل فى الماضى (بمعنى اللقطات الماضية). بالطبع يستطيع مولد الحقيقة التقديرية أن يحاكى تلك الأشياء فى تلك الحالات. مثلا يمكن أن يعطى للمرء خبرة الحياة فى عصر الديناصورات، أو فى خنادق الحرب العالمية الأولى، وأيضا تستطيع صنع المجموعات الكوكبية، التواريخ المطبوعة على الجرائد، أو أيا ما كان، تبدو جميعا بدقة كما كانت وقتها. كيف تكون درجة صحة ذلك؟ هل ثمة حد أساسى لمدى دقة محاكاة أى عصر نحدده؟ مبدأ تورنج يقول أن مولد عالمى للحقيقة التقديرية، يمكن بناؤه، كما يمكن برمجته لمحاكاة أى بيئة ممكنة فيزيائيًا، وبشكل ظاهر جدًا: يمكن برمجته لمحاكاة أى بيئة سبق أن وجدت فيزيائيًا.

لمحاكاة آلة زمن لديها إمكانية إعادة عرض لغايات قُصدت فى الماضى (وبالتالى محاكاة هذه الغايات ذاتها)، فإن البرنامج سيشتمل، من بين ما يشتمل عليه، على تسجيلات تاريخية لبيئات تلك الغايات. فى الواقع سوف تحتاج إلى أكثر من مجرد التسجيلات، لأن خبرة سفر الزمن سوف تتعلق بأكثر من مجرد رؤية أحداث الماضى وهى تنفرد حول المرء. تشغيل تسجيلات للمستخدم عن الماضى سوف تكون مجرد توليد صور وليس توليد حقيقة تقديرية. وطالما أن المسافر فى الزمن سيكون مشاركا فى تلك الأحداث وله رد فعل إزاء هذه البيئات القديمة فإن المحاكاة الناجمة عن الحقيقة التقديرية لا بد أن تكون تفاعلية. على البرنامج أن يحسب، لكل تصرف يصدر من المستخدم، كيف ستستجيب تلك البيئات التاريخية معه. مثلاً لو استطعت إقناع د. جونسون أنه من المفهوم ظاهريا من آلة زمن أنها تأخذه فعليًا لروما القديمة، فلا بد أن نسمح له بفعل ما هو أكثر من التأثر بمشاهدة، وعلى نحو غير مرئى، أن يوليوس قيصر يمر بجواره. سوف يرغب فى اختبار أصالة خبرته تلك بأن يضرب بقدمه الصخور المحلية فى المشهد. وربما يضرب (بقدمه) القيصر نفسه، أو على الأقل توجيه

الحديث له باللغة اللاتينية ويتوقع منه أن يرد عليه بنفس اللغة. ما يعنيه قيام الحقيقة التقديرية بمحاكاة آلة زمن ولكى تكون محاكاة دقيقة هو أن البيئة لا بد أن تستجيب لمثل تلك الاختبارات التفاعلية بنفس الطريقة التى تفعل بها آلة الزمن الحقيقية، وكما تفعل البيئة الماضية حسب ما سافرنا إليه، أى محاكاة الحديث باللغة اللاتينية ليوليوس قيصر.

وطالما أن يوليوس قيصر وروما القديمة هما من قبيل الأشياء الفيزيائية فمن حيث المبدأ يمكن محاكاتها بدقة تحكمية. الهدف يختلف فقط فى درجة دقته عن محاكاة الصالة المركزية لويمبلدون بما فيها من مشاهدين. بالطبع سيكون التعقيد فى البرنامج المستلزم مروعا وهائلا. ويظل مزيد من التعقيد وربما حتى من قبيل المستحيل، من حيث المبدأ، وهو عملية جمع المعلومات المتطلبة لكتابة البرنامج لمحاكاة آدميين معينين. ولكن كتابة البرنامج ليست هى التى تعنينا هنا. أنا لا أسأل عن أننا سنجد ما يكفى عن البيئات القديمة (أو بالطبع عن البيئات الحاضرة أو المستقبلية) لكتابة برنامج يحاكى أيا من تلك البيئات بالتحديد. أنا أتساءل عما إذا كانت مجموعة كل البرامج الممكنة لمولدات الحقيقة التقديرية ستشتمل أو لا تشتمل على واحد يعطينا محاكاة عن سفر الزمن موجها للماضى، وإذا كان ثمة، إلى أى مدى تكون دقة هذه المحاكاة. إذا لم يكن هناك برنامجًا لمحاكاة ارتحال الزمن حينئذ سيكون تطبيق مبدأ تورنج أن ارتحال الزمن مستحيل فيزيائيًا (لأن المبدأ فى الأصل يقول بأن أى بيئة ممكنة فيزيائيًا يمكن محاكاتها ببعض البرامج). وعلى السطح من هذا فإن ثمة مشكلة هنا. لو أن ثمة برامج يمكنها محاكاة البيئات القديمة بدقة، هنا يظهر عائق حقيقى أو أساسى فى استخدامها لمحاكاة ارتحال الزمن. وهى العوائق التى تمنع ارتحال الزمن فى ذاته والمسماة "تناقضات" ارتحال الزمن.

وهنا واحدة منها، إذا بنيت آلة الزمن، واستخدمتها فى السفر إلى الماضى – هناك أكون قد منعت نفسى السابقة من بناء آلة الزمن. ولكن إذا لم تكن آلة الزمن قد

بنيت، فلن أكون قادرا على استخدامها للسفر إلى الماضى، ولا منع – حيث الأمر كذلك – كونها قد تم بناؤها. وعليه سأقوم بهذه الرحلة أم لا؟ إذا فعلت، فحينئذ سأكون حرمت نفسى من آلة الزمن ولذلك لن أقوم بالرحلة. وإذا لم أقم بالرحلة فحينئذ سوف أسمح لنفسى بإقامة آلة الزمن ومن ثم سأقوم بالرحلة. هذا ما يسمى أحيانا بـ:تناقض الجد "grandfather paradox" والتى تقرر استطاعة الحفيد استخدام آلة الزمن فى قتل جده قبل أن يرزق الجد بأى أبناء. (وحينئذ عندما لا يكون له أبناء فلن يكون ثمة أحفاد له فمن منهم الذى سيقتله؟). هذان الشكلان للتناقض؛ هما اللذان شاع الحديث عنهما واللذان تطلبا عنصرا عنيفا فى الصراع بين المسافر عبر الزمن، والناس الذين عاشوا فى الماضى، حتى أن المرء يجد نفسه متعجبا أيهما سيفوز. ربما ستتم هزيمة ارتحال الزمن وبذلك يتم تجنب التناقض. ولكن العنف ليس هو الجزء الضرورى من المعضلة هنا. إذا كانت لدى آلة زمن، فسيمكننى أن أقرر على النحو التالى: إذا كان مستقبلى سيزورنى اليوم، منفصلا عن الغد، إذن فى الغد لن استخدم آلتى الزمنية، وإذا لم أستقبل مثل هذا الزائر اليوم، حينئذ فى الغد سوف استخدم آلة الزمن للسفر إلى الماضى إلى اليوم ومن ثم أزور نفسى. ويبدو أنه ينحدر من هذا القرار الذى اتخذته أننى استخدمت آلة الزمن فحينئذ لن أستخدمها، وإذا كنت بالفعل لن أستخدمها فحينئذ سوف استخدمها: تناقض!

التناقض يشير إلى افتراض خاطئ، حتى أنه تقليديا قد استخدم كبراهين على أن ارتحال الزمن مستحيل. وثمة افتراض آخر أحيانا ما يثير التحدى ألا وهو "الإرادة الحرة" هل يمكن عادة للمسافرين فى الزمن أن يقرروا كيف يتصرفون. إذا كانت آلات الزمن موجودة بالفعل فللمرء أن يستخلص حينئذ أن الإرادة الحرة للناس سوف تفسد. سوف يكونون إلى حد ما غير قادرين على تشكيل رغبات من النوع الذى وصفته، وأيضا عند السفر فى الزمن، سيكونون على نحو تراتبى بشكل ما ناسين للحلول التى أقاموها قبل السفر. ولكن الافتراض الخاطئ وراء التناقض ليس فى وجود آلة الزمن

ولا قابلية الناس على اختيار تصرفاتهم على النحو الذى ألفوه. الخطأ كله ينحصر فى النظرية التقليدية عن الزمن، والتى أظهرت توًا، لأسباب مستقلة، أنه لا يمكن الدفاع عنها أو الاحتفاظ بها.

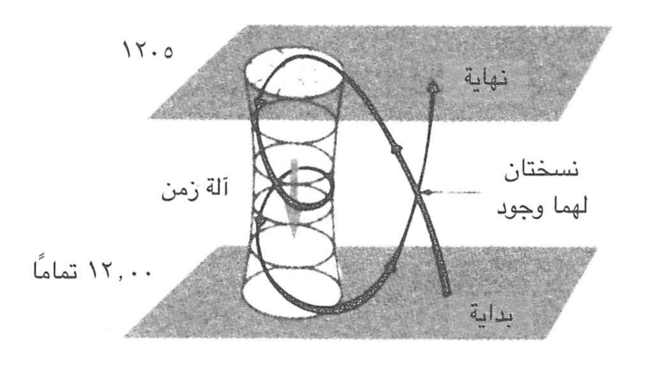
إذا كان ارتحال الزمن فعلا مستحيلا منطقيا، وبالتالى ستكون المحاكاة الناجمة عن الحقيقة التقديرية مستحيلة بدورها. إذا كان متطلبا تعليقا مؤقتا للإرادة الحرة، سيكون الأمر كذلك فى محاكاة الحقيقة التقديرية لها. تناقضات ارتحال الزمن يمكن التعبير عنها بمصطلحات الحقيقة التقديرية كالآتى: دقة محاكاة الحقيقة التقديرية تكمن، كأقصى ما يمكن فهمه، فى إخلاص البيئة المحاكية لتصوير البيئة المرغوبة فعلاً. البيئة المرغوبة فى حالة ارتحال الزمن هى تلك التى كانت قائمة تاريخيا. ولكن حالما تستجيب البيئة المحاكية، كما يُتطلب منها أن تفعل، لمستخدم ركلها، هنا تصبح غير دقيقة تاريخيا لأن البيئة الفعلية لم يسبق لها أن استجابت للمستخدم: فالمستخدم لم يركلها أبدًا. على سبيل المثال فلم يسبق أن التقى يوليوس قيصر مع د. جونسون. وبالتالى فإن دكتور جونسون بتصرفه فى اختبار مدى إخلاص المحاكاة بإنشاء حديث مع القيصر، سوف يحطم هذا الإخلاص بإنشاء عدم دقة تاريخية للقيصر. المحاكاة يمكن أن تكون صحيحة بأن تكون "صورة" مخلصة للتاريخ أو أن تستجيب بدقة ولكن لا يمكن أن تكون كليهما معًا. وهكذا يظهر بطريقة أو بأخرى أن محاكاة ارتحال الزمن فى الحقيقة التقديرية غير قادرة بصفة أصلية أو جوهرية، على الدقة، وهى طريقة أخرى للقول بأن ارتحال الزمن لا يمكن محاكاته فى الحقيقة التقديرية. ولكن هل هذا يؤثر فعلاً كعائق لدقة محاكاة ارتحال الزمن؟ عادة فإن تقليد دقة التصرف ليست هى الهدف من الحقيقة التقديرية: المهم هو أن تستجيب بدقة. حالما تبدأ فى ممارسة التنس فى الصالة المركزية لويمبلدون سوف تجعلها تتصرف بطريقة مختلفة عن تصرفها الفعلى. ولكن هذا لا يجعله تصرفا أقل دقة. على العكس هذا هو المطلوب من الدقة. الدقة فى الحقيقة التقديرية تعنى قرب المحاكاة من التصرف الذى سوف تعرضه البيئة

الفعلية لو كنت متواجدا فيها. فقط فى بداية المحاكاة هل ستكون حالة البيئة التى تمت محاكاتها مماثلة للبيئة الأصلية. ولذلك ليست حالة البيئة، ولكن استجاباتها لحركات المستخدم هى التى يجب أن تكون صادقة. لماذا التناقض بالنسبة لمحاكاة ارتحال الزمن وليس لأى محاكاة أخرى، مثلا بالنسبة لمحاكاة السفر العادى؟

يبدو تناقضًا لأنه بالنسبة لمحاكاة الارتحال فى الزمن الموجه للماضى يقوم المستخدم بدور منفرد أو مزدوج، أو دور متعدد. لأنه بسبب الفجوات المتصلة بذلك حيث مثلا واحد أو أكثر من نسخ المستخدم هى من ناحية التأثير المتطلب سوف تحاكى المستخدم بينما تستجيب لحركات المستخدم تزامنيًا. على سبيل المثال: دعنا نتخيل أننى المستخدم لمولد حقيقة تقديرية يقوم بمحاكاة برنامج سفر فى الزمن. افترض أننى أدرت مفتاح تشغيل البرنامج. فإن البيئة التى حولى هى لمعمل مستقبلى. وفى الوسط هناك باب دوّار، مثل تلك الأبواب التى تستخدم فى مقدمة الأبنية الكبيرة، فيما أنه هنا باب معتم ومطوق تماما بأسطوانة معتمة أيضا. والطريقة الوحيدة للدخول أو الخروج هو مخرج وحيد مقطوع فى جانب الاسطوانة. والباب يدور بصفة مستمرة. ويبدو للوهلة الأولى أن شيئا صغيرا يمكن للمرء أن يفعله مع هذه الميزة وهو الدخول إليه والدوران معه مرة أو مرات ثم يعود مرة أخرى. ولكن فوق المدخل هناك علامة إرشادية تقول "ممر إلى الماضى". إنها آلة زمن، متخيلة للحقيقة التقديرية. ولكن إذا كانت آلة زمن موجهة للزمن الماضى موجودة بالفعل، ستكون كهذه، ولكنها لن تكون نوعا من عربة دخيلة أو غريبة، وإنما نوعًا دخيلاً أو غريبًا بالنسبة للمكان. بدلاً من القيادة أو الطيران للماضى، سوف يأخذ المرء ممرا للماضى (ربما مستخدما عربة فضاء عادية) ثم يظهر فى وقت مبكر عما هو فيه الآن حقيقة.

وثمة ساعة حائط معلقة على حائط المعمل المُقلّد. تشير مبدئيًا إلى أنه وقت الظهيرة. وثمة بعض التعليمات على إسطوانة الدخول. ومع انتهاء قراءتى لها ستكون دقائق خمس قد انقضت بعد الظهيرة، كليهما طبقا لفهمى ولما تشير إليه الساعة المعلقة

على الحائط. تقول التعليمات إنك إذا دخلت الأسطوانة فدر مع الباب الدوار، ثم اظهر، سيكون الوقت فى المعمل أبكر بخمس دقائق. دخلت إلى إحدى قمرات الباب الدوار. وإذا مشيت حوله أغلقت القمرة خلفى، وللحظات بعدها وصلت للخروج مرة ثانية، وخرجت. المعمل يبدو هو نفسه ما عدا - ماذا؟ ما الذى أتوقع أن أخبره بعد ذلك؛ إذا كان ذلك يمثل محاكاة دقيقة لارتحال الزمن الموجه للماضى؟



(شكل ١٢- ١)

ممر زمكانى مأخوذ عن رحلة مسافر فى الزمن

دعنى أعود للخلف قليلا. إننى مع الدخول وجدت زرًا عليه بطاقة "تفاعل" و "لا تفاعل" ومبدئيًا هو عند "اللا تفاعل" وهذا الوضع لا يسمح للمستخدم بالمشاركة فى الماضى ولكن ملاحظته فقط. وبكلمات أخرى لا يمدنا بمحاكاة حقيقة تقديرية للماضى ولكن بتوليد صور عنه.

بهذا الوضع المبسط على الأقل ليس ثمة غموض أو التباس أو تناقض حول الصور التى يتوجب توليدها عندما أبرز من الباب الدوار. إنها صور لى فى المعمل وأنا أفعل ما فعلته عند الظهيرة. ومن بين أسباب عدم الغموض هو أننى أستطيع تذكر تلك الوقائع، حيث أستطيع اختبار هذه الصور من الماضى مع استعادتى الشخصية لما حدث. بتقييد تحليلاتنا إلى بيئة صغيرة مغلقة ولمدة قصيرة، سوف نتجنب مشكلة التشابه التى سنجدها فى كيف كان عليه يوليوس قيصر، والتى تمثل مشكلة عن الحدود القصوى فيما يتعلق بعلم الآثار عن أن تكون عن المشكلة الموروثة عن ارتحال الزمن. فى حالتنا هذه يستطيع بسهولة مولد الحقيقة التقديرية أن يحصل على المعلومات التى يحتاجها لتوليد الصور المطلوبة بعمل تسجيلات لكل ما أفعله. ليس تسجيلا لما فعلته فى الحقيقة الفيزيائية (والتى هى البقاء مستلقيا داخل مولد الحقيقة التقديرية) ولكن ما أفعله فى البيئة التقديرية للعمل. وهكذا فإنه فى اللحظة التى برزت فيها من آلة الزمن، فإن مولد الحقيقة التقديرية قد حاكى المعمل بعد خمس دقائق من الظهيرة، ثم بدأ فى إعادة تسجيله لشخصى، بدءا مما حدث وقت الظهيرة. إنه يجرى هذا التسجيل لى بالرسم المنظورى الذى عليه وضعى الحالى وإلى ماذا أنظر وباستمرار يعيد ضبط الرسم المنظورى على الطريقة المعتادة التى أتحرك بها. وهكذا أرى الساعة تشير إلى الظهيرة مرة ثانية. وأيضا أرى نفسى السابقة واقفة أمام آلة الزمن أقرأ اللافتة فوق المدخل دارسا للتعليمات فيها ، تماما كما فعلت منذ خمس دقائق مضت. أراه ولكنه لا يرانى. ولا يهم ما أفعله، ولا أيضًا الصورة المتحركة لى تكون كرد فعل بأى طريقة لوجودى. وبعد قليل تتحرك فى اتجاه آلة الزمن.

إذا حدث أننى شكلت عائقا للمدخل، فإن صورتى مع ذلك سوف تتجه إليه مباشرة وتدخل فيه، تماما كما فعلت، لأنها لو فعلت غير ذلك فستكون صورة غير دقيقة أو صحيحة. هناك طرقا عديدة يمكن بها برمجة مولِّد صور للتعامل مع حالة عبور شىء مصمت فى موقع المستخدم. مثلا يمكن أن تمر الصورة خلاله كأنه شبح، أو يمكنها

زحزحة المستخدم بدون مقاومة. وهذا الاقتراح الأخير سيكون أقرب للمحاكاة الصحيحة لأن الصورة حينئذ على حد ما ستكون ملموسة كما بالنسبة لرؤيتها بصريا وليست ثمة حاجة لأى خطر لإصابتى حين تدفعنى صورتى جانبا، لأننى بالطبع لست موجودا فيزيائيا هناك. إذا لم يكن هناك سبيل لأن أكون بعيدا عن الطريق، فإن مولد الحقيقة التقديرية يجعلنى أسقط بدون مجهود فى فجوة ضيقة، أو ينقلنى إلى كونى عائقًا من الماضى.

ليست فقط صورتى التى لن يكون لدى مزيد من التأثير فيها. لأننا انتقلنا مؤقتا من مولد الحقيقة التقديرية إلى مولد صور، فلن يكون لى أى تأثير على البيئة الجارى تقليدها. لو أن هناك كوب ماء على المنضدة فلن أستطيع التقاطه للشرب منه، كما استطعت من قبل أن أدلف من الباب الدوار للماضى الذى يجرى تقليده. بطلب مشابهة بيئة تفاعل للارتحال الزمنى الموجه للماضى، الذى يدير بفاعلية الوقائع التى حدثت قبل خمس دقائق مضت، فمن الضرورى أن أتخلى عن السيطرة على تلك البيئة. تخليت عن السيطرة، كما كانت، لنفسى السابقة.

وبالنسبة لصورتى داخلا فى الباب الدوار، فإن الوقت الذى تشير إليه الساعة المعلقة على الحائط تصل مرة أخرى إلى خمس دقائق بعد الثانية عشر، ولو أنها عشر دقائق فى التقليد طبقا لإدراكى الشخصى. ما يحدث بعد ذلك يتوقف على ما أفعله. إذا بقيت فقط فى المعمل، فإن مهمة مولد الحقيقة التقديرية التالية ستكون بالضرورة هى وضعى فى الأحداث التى وقعت بعد مرور خمس دقائق من الثانية عشر بتوقيت المعمل. وليس لديه بعد تسجيلا لمثل هذه الأحداث، وليس لدى أيضا أيّة ذكريات عنها. بالنسبة لى وبالنسبة للمعمل الذى تجرى مشابهته وبالنسبة للحقيقة الفيزيائية، فإن هذه الأحداث لم تقع بعد وعليه فإن مولد الحقيقية التقديرية يمكنه استئناف العمل على أنها محاكاة تفاعلية بالكامل. والتأثير الخالص هنا هو أننى قضيت خمس دقائق فى

الماضى دون المقدرة على التأثير فيه، وبعدئذ عدت إلى "الحاضر" الذى خلفته ورائى، أى للتتابع من الحوادث التى أستطيع التأثير فيها.

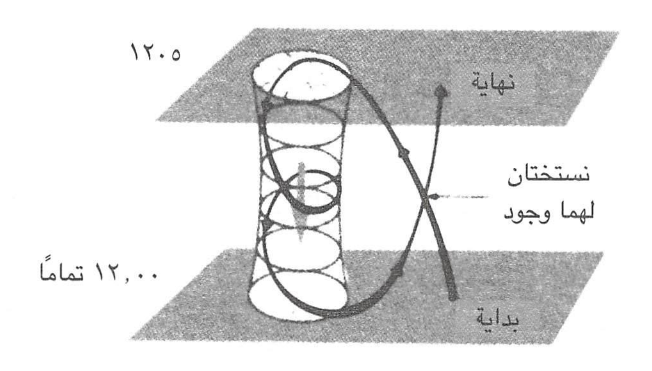
البديل هو أن أتابع صورتى فى آلة الزمن، مسافرًا حول الآلة بصورتى ثم الظهور أو البروز مرّة ثانية فى ماضى المعمل. ما الذى يحدث حينئذ؟ مرة أخرى تشير الساعة إلى الظهيرة. الآن أستطيع أن أرى صورتين لنفسى السابقة، واحدة منهما تظهر آلة الزمن للمرة الأولى، ولاحظ أنها ليست صورتى أو صورة أى من الأشياء الأخرى. أما الصورة الأخرى تظهر فيها الصورة الأولى ولكن ليست صورتى. أستطيع أن أرى كليهما. فقط الصورة الأولى التى يمكنها التأثير على أى شىء فى المعمل. هذه المرة، ومن جهة نظر مولد الحقيقة التقديرية، فإن شيئا لم يقع فى لحظة ارتحال الزمن، إنه فى حالة زر "اللا تفاعل"، وببساطة مستمر فى إعادة عرض صور الأحداث منذ خمسة دقائق سابقة (من وجهة نظرى الشخصية) وقد وصلت هذه الدقائق الخمس إلى اللحظة التى أبدأ فيها صورة لنفسى.

وعندما تمر خمس دقائق أخرى، يمكننى مرة أخرى اختيار أن أعود إلى الدخول إلى آلة الزمن، فى هذه المرة بصحبة صورتين لى، انظر الشكل (١٢- ٢). وإذا ما كررت العملية فبعد كل خمس دقائق جديدة ستظهر صورة إضافية لى. وكل واحدة ستظهر وهى ترى كل السابقات عليها (من خلال خبرتى لها) ولكنها لا ترى أيا من التى ستظهر بعدها.

إذا واصلت القيام بنفس التجربة إلى أقصى مدى ممكن، فإن الحد الأقصى للنسخ منى التى يمكن أن توجد سوف يحدّها مولد الصور فى استراتيجيته (لتجنب التصادم. دعنا نفترض أنه سيجعلها صعوبة حقيقية أن أعتصر نفسى مع كل صورى عبر الباب الدوار. سوف أكون مضطرا حينئذ لأن أفعل شيئا مغايرا عن السفر خلفا إلى الماضى مع هذه الصحبة. يمكننى الانتظار قليلا، وأستقل القمرة التالية لهم، فى

مثل هذه الحالة سوف أصل للمعمل بعد لحظة من وصولهم. ولكن هذا من شأنه أن يؤجل مشكلة التزاحم فى آلة الزمن.

إذا واصلت الدوران فى هذه الحلقة فإن كل الشقوق الضيقة فى السفر فى مدة الخمس دقائق بعد الثانية عشرة سوف يتم ملؤها، وتضطرنى لكى أدع نفسى أصل فى وقت لاحق حيث لا تكون هناك مزيد من وسائل العودة لتلك الفترة. وهذه خاصية أخرى ستكون لدى آلات الزمن فيما لو وجدت فعلاً فيزيائيًا. إنها ليست فقط مواقع بل إنها مواقف لها قدرة نهائية لدعم المرور إلى الماضى.



الشكل (١٢- ٢)

تكرار استخدام آلة الزمن

يسمح بتواجد نسخ عديدة للمسافر فى الزمن

ونتيجة أخرى تأتى من حقيقة أن آلة الزمن ليست عربة، ولكن أماكن أو ممرات، تتمثل فى أن المرء لا يكون كامل الحرية فى اختيار أى الأوقات التى يسافر إليها

باستخدامها. وكما أوضح ذلك المثال بأن المرء يمكنه استخدام آلة الزمن للسفر فقط للأوقات والأماكن التى كانت كليهما حائزة للوجود، ولا يستطيع بالتالى السفر إلى وقت لم يكن قد اكتمل فيه بناء الآلة.

مولد الحقيقة التقديرية لديه الآن سجلات لما وقع فى المعمل وقت الظهيرة. وخمسة دقائق بعدها. أى واحد الذى سيستكشف أو سيصف التاريخ الحقيقى؟ ليس علينا أن نهتم كثيراً إذا لم تكن هناك إجابة لهذا السؤال، لأنه يسأل عن ما هى الحقيقة فى وضع خَبَرنا فيه الأمر اصطناعيًا من حيث التفاعل معه، بجعلنا اختبار د. جونسون غير قابل للتطبيق. ويمكن للمرء أن يناقش أن آخر وجه، والذى صور أكثر النسخ منى، هو وحده الحقيقى، لأن الوجوه السابقة له والتى كان لها تأثير ما أظهرت تاريخ الوقائع من وجهة نظر الناس، الذين من خلال قاعدة اصطناعية تمثله فى عدم التفاعل، قد مُنعوا من الرؤية الكاملة لما حدث. وبدلاً من ذلك يمكن للمرء أن يناقش أن الوجه الأول للوقائع، الذى يحوى نسخة واحدة منى، هو وحده الحقيقى، لأنه الوحيد الذى خبرته تفاعليًا. النقطة كلها فى مسألة عدم التفاعل، هى أننا نمنع أنفسنا مؤقتًا من تغيير الماضى، وطالما أن الوجوه المتتابعة بعد الأول تختلف عنه، فإنها لا ترسم الماضى أو تصوره. كل ما تصوره هو شخص ما ينظر للماضى بلطف وكياسة عبر مولد عالمى للصور.

والمرء يمكنه أيضا أن يناقش أن كل الأوجه متساوية من حيث حقيقيتها وبعد كل شىء، فهم عندما ينتهون فإننى لن أتذكر تاريخًا وحيداً للمعمل خلال مدة الدقائق الخمس، وإنما عديد من التواريخ. لقد خبرتها على التوالى، ولكنها حدثت – وجهة نظر المعمل ذاته – خلال مدة الخمس دقائق. السجل الكامل لخبرتى تلك يتطلب الكثير من اللقطات للمعمل فى كل لحظة معرّفة للساعة، بدلاً من اللقطة الوحيدة المعتادة لكل لحظة – بكلمات أخرى، لقد كان هذا محاكاة لأكوان متوازية. ويتحول هذا التأويل أو التفسير

إلى أن يصبح أقربها للصدق، كما نرى عند محاولة التجربة من جديد مع وضعية الزر "تفاعل".

أول ما أريد قوله بشأن حالة التفاعل، التى أمتلك فيها حريتى فى التأثير على البيئة، إن واحداً من الأشياء التى أستطيع اختيارها لأن تقع هى تلك التى تستتبعها الأحداث التى وصفتها فى حالة عدم التفاعل. أى أننى أستطيع العودة ومواجهة نسخة أو أكثر منى، ومع ذلك (إذا كنت مُمَثِّلا جيدا بدرجة كافية) أتصرف تماما كما لو أننى لم أستطع رؤية بعضهم. ومع ذلك لا بد أن أراقبهم بعناية إذا أردت إنشاء ما تستتبعه الوقائع التى حدثت عندما خضت هذه التجربة وزر التفاعل كان مغلقًا. لا بد أن أتذكر ما فعلته النسخ حتى أستطيع أن أفعله فى زيارة لاحقة لهذا الزمن.

فى بداية الأمر عندما رأيت فى البدء آلة الزمن رأيتها على الفور تلفظ نسخة أو أكثر منى. لماذا؟ لأنه فى حالة عمل زر التفاعل، عندما استعملت آلة الزمن بعد خمس دقائق من وقت الظهيرة، سيكون لى الحق فى التأثير على الماضى الذى عدت إليه، وهذا الماضى هو الذى يحدث الآن، عند الظهيرة. وهكذا تكون ذاتى أو ذواتى المستقبليين قد وصلوا ليباشروا استخدام حقهم فى التأثير على المعمل وقت الظهر، والتأثير على، وبالذات فى جعلى أراهم.

النسخ منى سيذهبون إلى أشغالهم. خذ فى اعتبارك المهمة الحوسبية بأن مولد الحقيقة التقديرية عليه أن ينفذ محاكاة تلك النسخ. ثمة عامل جديد سيجعل هذا أصعب بكثير مما كان عليه فى حالة عدم التفاعل. كيف لمولد الحقيقة التقديرية أن يجد الذى ستفعله تلك النسخ؟ إنه ليس لديه بعد أية تسجيلات لتلك المعلومات، لأنه فى الوقت الفيزيائى كان انعقاد المجموعة قد بدأ على التو. وبعد عليه – وفوريا – أن يمثلنى وأنا أحاكى مستقبلى.

وطالما أنا عازم على الادعاء بأننى لا أستطيع رؤية هذه المحاكيات، وبالتالى تقليد ما أراه مما يفعلوه، سوف لا يكونون ذاتيين بالنسبة لاختبار ضيق جدا للصحة أو الدقة. سوف يحتاج مولد الحقيقة التقديرية فقط أن يجعلهم يفعلون أى شىء، أى شىء مما قد أفعله؛ وأكثر تحديدا: أى سلوك أنا قادر على تقليده. ولوجود التقنية التى نفترض أن مولد الحقيقية التقديرية سيقوم بناء عليها، يمكننا أن نفترض أنه لن يستمر فى سريان قابلياته. إن لديه نموذج رياضى دقيق لجسدى. ودرجة من الدخول المباشر لدماغى. يمكنه استخدام كليهما لحساب السلوك الذى يمكننى تقليده، ومن ثم تكون لديه محاكاة مبدئية لى وأنا أقوم بهذا السلوك.

وهكذا أبدأ تجربتى برؤية بعض النسخ منى تبرز من الباب الدوار وهى تفعل شيئًا ما. فأتظاهر بأننى لا أراهم، وبعد خمس دقائق أذهب حول الباب الدوار بنفسى مقلدا ما شاهدته قبلاً لما كانت تفعله أول نسخة. وبعد خمس دقائق أخرى أذهب للباب الدوار مرة أخرى وأقلد ما فعلته النسخة الثانية. وهلم جرا.. وفى أثناء ذلك، ألاحظ أن واحدة من النسخ تكرر دائما ما كنت قد فعلته فى الدقائق الخمس الأولى. وفى نهاية تعاقب السفر فى الزمن، سيكون لدى مولد الحقيقة التقديرية عدة تسجيلات لما حدث فى الخمس دقائق التالية لوقت الظهيرة. وفى هذه المرة ستكون تلك التسجيلات متطابقة. وبكلمات أخرى فإن تاريخًا واحدًا قد وقع أى أننى تقابلت مع ذاتى المستقبلية لكنى أتظاهر بأننى لم ألحظ ذلك. وبعد ذلك أصبحت ذاتى المستقبلية مسافرة إلى الوراء فى الزمن لمقابلة نفسى الماضية، وهو الأمر الذى لم تتم ملاحظته بوضوح. كل هذا ملائم وغير متناقض وأيضا غير عملى. لقد قمنا به أنا ومولد الحقيقة التقديرية ونحن مرتبطان بلعبة صعبة أو معقدة وذات مرجعية نتقاسمها معا. لقد كنت أقلدها بينما هى تقلدنى. ولكن مع وضع التشغيل لزر التفاعلات العادية لم أكن لأختار القيام بهذه اللعبة.

لو أن لى مدخلاً فعليًا لمولد الحقيقة التقديرية لارتحال الزمن، فبالتأكيد سوف أكون راغبا فى اختبار مدى الوثوق بالمحاكاة فى الحالة التى نناقشها، فإن الاختبار سيبدأ حالما أرى النسخ منى. وبعيدا عن تجاهلها، سوف أغريهم بالاشتراك فى محادثة. أنا مزوّد بأكثر مما لدى دجونسون فى اختبار يوليوس قيصر لاختبار مصداقيتهم. ولاجتياز هذا الاختبار المبدئى. الوجه المحاكى منى سيكون بنجاح كائنات اصطناعية ذكية - والأكثر من ذلك سيكون أكثر شبها بى على الأقل فى استجاباتهم لمحفِّز خارجى لدرجة أنهم سيقنعوننى بأنهم يمثلون محاكيات دقيقة لما سأكون عليه بعد خمس دقائق من الآن. على مولد الحقيقة التقديرية أن يجرى برامج مشابهة لتعقيد عقلى وبما يرضينى أو يقنعنى. ومرة أخرى فإن صعوبة كتابة مثل هذه البرامج هى بالأمر الذى يعنينا هنا. نحن نبحث الحقيقة التقديرية لارتحال الزمن وليس فيها بالذات. لا يهم من أين يحصل مولد الحقيقة التقديرية الافتراضى على برامجه، لأننا نسأل عما إذا كانت كل مجموعة البرامج الممكنة تحتوى أو لا تحتوى على واحد يحاكى بدقة ارتحال الزمن. ولكن مولدنا للحقيقة التقديرية يملك - من حيث المبدأ - الوسائل التى تمكنه من اكتشاف كل الطرق الممكنة لسلوكى فى المواقف المختلفة. تلك المعلومات متموضعة فى مكان ما من عقلى الفيزيائى ويمكن بكفاءة وبمقاييس دقيقة قراءتها من حيث المبدأ. واحدة من هذه الطرق (ربما تكون غير مقبولة) لفعل ذلك هو أن يدفع مولد الحقيقة التقديرية عقلى للتفاعل، فى الحقيقة التقديرية، من خلال اختبار للبيئة، وتسجيل سلوكها، وتخزينه فى حالته الأصلية، ربما بإعادة تشغيله للخلف. والسبب فى أن هذه الطريقة ستكون غير مقبولة هو أننى سأفترض مرورى بخبرة هذا الاختيار للبيئة ولو أننى لن أستعيده بعد ذلك، أنا أريد لمولد الحقيقة التقديرية أن يعطينى الخبرة التى حددتها وليس أشياء غيرها.

على أية حال فإن ما يهمنا للغرض الحالى، هو هذا، وطالما أن عقلى هو موضوع فيزيائى فإن مبدأ تورنج يقول إنه ضمن إعادة العرض لأى مولد حقيقة تقديرية عام.

وعلى ذلك فإن من الممكن - من حيث المبدأ - لنسخة منى أن تجتاز اختبار عما إذا كانت تشابهنى بدقة. ولكن هذا ليس هو الاختبار الوحيد الذى أريد تنفيذه. أساسا أنا أريد اختبار ما إذا كان ارتحال الزمن نفسه قد تمت محاكاته بشكل يوثق به. وعند هذه النهاية أريد أن أجد ليس فقط إذا ما كان هذا الشخص هو أنا بشكل يعتد به، ولكن عما إذا كان فعلاً أتيًا من المستقبل بشكل يمكن الوثوق به. جزئيًا يمكن اختبار ذلك عن طريق توجيه أسئلة إليه. يجب أن يقول إنه يتذكر أنه كان فى موضعى منذ خمس دقائق مضت، وأنه سافر حول الباب الدوار وتقابل معى. وسوف أجد أنه أيضا يختبر مصداقيتى. لماذا سيفعل ذلك؟ لأن أكثر الطرق صرامة ومباشرة التى يمكن بها اختبار مشابهته لذاتى المستقبلية ستكون الانتظار حتى أدخل فى آلة الزمن: أولا، عما إذا كانت هذه النسخة منى والتى وجدتها هناك، تسلك كما أتذكر أننى سلكت، وثانيا: عما إذا كان سلوكى كما أتذكره من سلوك النسخة.

فى كل من هاتين الحالتين فإن المحاكاة ستفشل فى اجتياز الاختبار! فى أول وأبسط محاولة للتصرف بشكل مختلف عن الطريقة التى أتذكرها من سلوك النسخة، سوف أنجح وسوف يكون من السهل جعله يسلك بطريقة تختلف عن تلك التى أسلكها: كل ما على فعله هو أن أسأله: أى من النسخ هى أنا، ولو أنى مكانه لما كنت سألت، كما أنه ليست ثمة إجابة مميزة لهذا. وعلى ذلك فمهما كانت مشابهتهم جدًا لمظهرى وشخصيتى، فإن هؤلاء الظاهرين أو البارزين توا من آلة الزمن للحقيقة التقديرية لن يكونوا محاكين لما سأكون عليه بعد قليل وبطريقة قابلة للوثوق بها. ولا يجب أن يكونوا كذلك بعد كل شىء، ولدى الميل الحاد لئلا أسلك مثلما يفعلون حين يحل دورى لاستخدام آلة الزمن، وطالما يسمح لى الآن مولد الحقيقة التقديرية أن أتفاعل مع البيئة التى تجرى محاكاتها، فليس هناك ما يمنعنى من تنفيذ ما انتويت عليه.

دعنى ألخص الأمر. كما تبدأ التجربة بمقابلتى لشخص أتعرف عليه على أنه أنا، بعيدا عن الفروق البسيطة. فهذه الفروق تشير بتماسك على أنه من المستقبل: أنه يتذكر

المعمل فى حالته أثناء الخمس دقائق التالية للظهيرة، وهو بالنسبة لما أشاهده لم يقع بعد. هو يتذكر موضعه فى هذا الوقت مارًا من الباب الدوار ووصوله عند الظهيرة. ويتذكر قبل كل ذلك بداية تجربته فى وقت الظهيرة ورؤية الباب الدوار لأول مرة، ورؤية نسخ منه تبرز أمامه. ويقول لقد حدث هذا منذ خمس دقائق، بالنسبة لإدراكه الشخصى، بينما بالنسبة لإدراكى أنا فالتجربة لم يمض عليها الدقائق الخمس بعد. وهكذا. ورغم اجتيازه هذه الاختبارات على كونه وجها من الوجوه المحددة لى فى المستقبل فهو بعد ليس مستقبلى القابل لإقامة الدليل عليه. عندما اختبر كونه بالضبط الشخص الذى سأكونه، فإنه يفشل فى هذا الاختبار. ويشبه ذلك قوله لى إننى لم أنجح فى اختبار كونى شخصيته الماضية طالما لا أقوم بالضبط بما يتذكر أنه فعله.

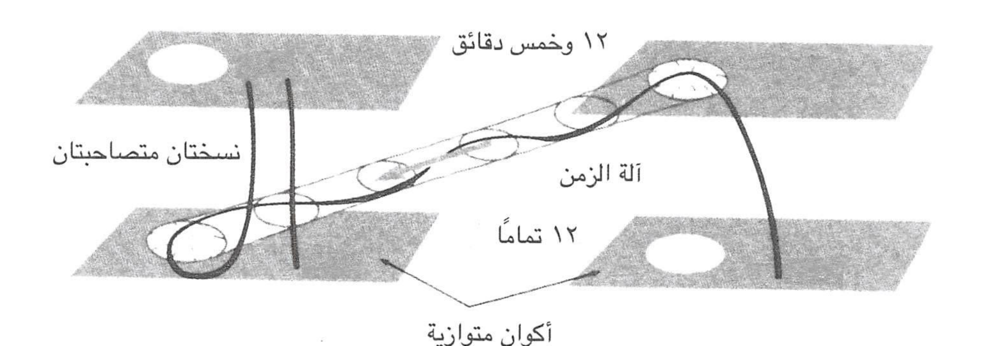
وهكذا حالما أسافر إلى ماضى المعمل، أجد أنه ليس نفس الماضى الذى خرجت منه توا. بسبب تفاعلها معى فالنسخة منى التى سأجدها هناك لا تتصرف بالضبط على النحو الذى أتذكر أننى سلكته. ولذلك فإنه إذا كان لمولد الحقيقة التقديرية أن يقوم بتسجيل كل ما حدث أثناء تتابع أو تعاقب رحلته، فسيقوم مرة أخرى بتخزين عدة لقطات لكل لحظة طبقا لساعة حائط المعمل. وبكلمات أخرى ستكون هناك عدة تواريخ متوازية ومميزة للمعمل خلال مدة الخمس دقائق التى استغرقتها الرحلة. ولقد خبرت كلا من هذه التواريخ ولكن هذه المرة خبرتها جميعا بشكل تفاعلى، وعليه فليس ثمة أعذار أو أسباب للقول بأن أى تاريخ منهم أقل حقيقية من الآخرين. وهكذا فإن ما تمت محاكاته هنا هو متعدد أكوان صغير. ولو كان هذا هو الوقت الفيزيائى للرحلة، فإن تعدد اللقطات لكل لحظة سيكون ممثلاً للأكوان المتوازية. ولوجود المفهوم الكمى للزمن فلن يتسبب ذلك فى دهشتنا. نحن نعرف أن اللقطات التى راكمت نفسها تقريبيًا فى لحظة من التتابع الزمنى خلال تجربتنا اليومية هى فى الحقيقة للأكوان المتوازية. ونحن فى العادة لا نَخْبر الأكوان المتوازية الأخرى الموجودة فى ذات الوقت، ولكن لدينا سببا

معقولا للإيمان بأنها موجودة هناك. وهكذا إذا وجدنا طريقة ما، والتى لم تتحدد بعد، للسفر إلى أوقات مبكرة، لماذا نتوقع أن هذه الطريقة بالضرورة ستأخذ كل نسخة منا للقطة المعينة التى سبق أن اختبرتها هذه النسخة؟ لماذا علينا أن نتوقع أن كل زائر يفد إلينا من المستقبل سوف ينهمر فوقنا من لقطات المستقبل المعين الذى سنجد أنفسنا فيه أخيراً؟ فعلاً لا يجب أن نتوقع ذلك إذ أن طلبك بأن يسمح لك بالتفاعل مع البيئة الماضية المحاكية يعنى طلبك أن تغيرها، والتى تعنى، بالتعريف، طلبك أن تكون فى لقطات مختلفة عن تلك التى تتذكرها (أو ربما تكون متطابقة مع نفس اللقطات)، فقط فى أقصى ما استنبطته فى المناقشة السالفة، حيث لا يكون هناك تفاعل فعال بين النسخ التى تقابلت معها، وعندما يجعل مولد الحقيقة التقديرية كل التواريخ المتوازية المخزنة كاملة التطابق.

الآن دعنى أخضع آلة للحقيقة التقديرية الزمنية للاختبار النهائى. دعنى أرتب الأمر بحيث أصل عمداً لتناقض. لقد شكلت رغبتى الراسخة فى السالف على هذا النحو: سأحلل ذلك إذا كانت نسخة من اللواتى برزن من آلة الزمن وقت الظهيرة، إذن لن أدخل الآن بعد خمس دقائق من الظهيرة، وبالطبع فى أى وقت أثناء التجربة. ولكن إذا لم تظهر أى نسخ، فسوف أدخل آلة الزمن بعد خمس دقائق من الظهيرة وأظهر فيها عند الظهيرة وحينئذ لن أستخدمها مرة أخرى. والذى حدث؟ هل سيظهر أحد من آلة الزمن أم لا؟ نعم ولا! هذا يعتمد على أى كون هو الذى أخذناه فى الاعتبار. تذكر أن أكثر من شىء واحد قد وقع بالمعمل عند الظهيرة. أفترض أننى لم أر أحدا يبرز من آلة الزمن وأنها تشير إلى وضعية "أبداً" كما فى يمين الشكل (١٢ - ٣) وأننى وبإعمال رغبتى الراسخة، انتظرت مرور خمس دقائق بعد الظهيرة ثم تمشيت حول الباب الدوار الذى أصبح مألوفا الآن، خرجت منه عند الظهيرة. سأجد بالطبع وجها من وجوهى واقفا عند نقطة "البدء" فى يسار الشكل (١٢ - ٣). وكما تحدثنا سنجد أنه وأنا قد شكلنا نفس الرغبة. لذلك ولأنى برزت فى كونه هو فسوف يسلك بطريقة تختلف عن

سلوكى. وبإعمال نفس الرغبة التى لدى فسيقوده هذا إلى عدم استخدام آلة الزمن. ومنذ هذه اللحظة يمكننا أنا وهو أن نتفاعل ونستمر فى هذا التفاعل طوال مدة استمرار المحاكاة حينئذ سيكون هناك وجهان منى وجه فى هذا الكون ووجه فى الكون الذى أتيت منه وسيظل المعمل خاويا بعد خمس دقائق من الظهيرة لأننى لم أعد أبدا إليه. لم نواجه أى تناقض هنا. كل من وجهينا قد نجح فى ممارسة رغبتنا المشتركة - التى لذلك لم تكن، بعد كل شىء، غير قابلة منطقيا للقيام بها.

ولكن أنا الأخرى فى هذه التجربة قد خاضت تجربة مختلفة. لقد رأى شخصًا ما يبرز من آلة الزمن عند الظهيرة بينما لم أره أنا. تجاربنا لا بد أن تكون متساوية فى إخلاصها لما انتوينا عليه ومتساوية فى عدم التناقض، إذا ما تبادلنا الأدوار. بمعنى أننى أستطيع أن أراه بارزًا من آلة الزمن عند الظهيرة وبالتالى لا أستخدمها أنا. وفى هذه الحالة يكون كلانا قد انتهى فى الكون الذى بدأت أنا منه. فإنه فى الكون الذى بدأ هو منه يظل المعمل خاليًا.



الشكل (١٢ - ٣)

ممرات متعددة لمسافر فى الزمن يحاول إحداث تناقض

أى من هاتين الإمكانيتين المتناسبتين سيرينى إياها مولد الحقيقة التقديرية؟ خلال هذه المحاكاة الجوهرية لعملية التعددية، لعبت دورًا واحدًا من نسختىّ اللتين بينها قام البرنامج بمحاكاة النسخة الأخرى. فى بداية التجربة بدت النسختان متطابقتين (ولو أنهما مختلفتان من ناحية الحقيقة الفيزيائية لأن واحدة منهما فقط متصلة بعقل وجسد فيزيائى خارج البيئة المحاكية) ولكن من حيث الوجه الفيزيائى للتجربة - إذا ما كانت آلة الزمن موجودة فيزيائيًا - فإن كلا من الكونين يشتمل على نسختين منى سوف يلتقيان واللتين كانتا فى البداية متطابقتين بصرامة، وكلاهما متساو فى كونهما حقيقيتين. وليس ذا معنى أن نسأل أى نسخة منا ستخوض أى من التجربتين طالما أننا متطابقان فليس هناك محل لـ"أى منا". الأكوان المتوازية لا تخفى أرقامًا متسلسلة: إنها تتميز فقط بما يحدث فيها. وعليه فإن محاكاة كل ذلك لصالح نسخة واحدة منى، يعنى أن يقوم مولد الحقيقة التقديرية لأجلى بإعادة إنشاء تأثير الوجود فى نسختين متطابقتين واللتين أصبحتا مختلفتين ولكل منهما تجربة مختلفة. قد يحدث هذا حرفيًا لو تم بطريقة عشوائية حيث تتساوى فرص الإمكانيات، أى من الأدوار ستلعب (وعلى ذلك وبناء على رغبتى المسبقة أى الأدوار سألعب). للاختيار العشوائى لأى الوسائل فى رهان عملة إلكترونية خالية بوضوح من العيوب. وهى تلك العملة التى تظهر وجوه "الصورة" فى نصف الأكوان التى روهن فيها عليها، ووجوه "الكتابة" فى النصف الآخر من الأكوان وهكذا ففى نصف هذه الأكوان سألعب دورا واحد، والدور الآخر فى النصف الثانى. هذا بالضبط ما سيحدث مع آلة زمن حقيقية.

لقد رأينا أن قابلية مولد الحقيقة التقديرية على محاكاة ارتحال الزمن تعتمد على امتلاكه معلومات تفصيلية عن حالة المستخدم العقلية. وهذا يثير العجب ولو لفترة من كوننا تجنّبنا التناقض بنجاح. إذا كان مولد الحقيقة التقديرية يعلم مسبقًا ما أنوى فعله، فهل أنا فعلاً حر فى تنفيذ ما أختاره من الاختيارات؟ نحن لسنا بحاجة لسؤال أعمق هنا عن طبيعة هذه الإرادة الحرة. أنا حر بالطبع فى فعل ما أشاء فى هذه

التجربة، بمعنى أى طريقة ممكنة قد اختارها فى رد الفعل إزاء الماضى المشابه - بما يشتمله من العشوائية، إذا أردت لمولد الحقيقة التقديرية أن يسمح بأن يكون رد فعلى على هذا النحو. وكل البيئات التى أتفاعل معها ستتأثر بما أفعله، وأن رد فعلها إزائى سيكون هو بالضبط كما لو أن آلة الزمن ليست موجودة هناك.

والسبب فى أن مولد الحقيقة التقديرية سيحتاج معلومات عن دماغى، ليس ليتنبأ بتصرفاتى، وإنما ليحاكى أقرانى من الأكوان الأخرى. مشكلته تتحصل فى أنه فى الوجه الحقيقى لهذا الوضع سوف تكون هناك نظائر لى فى الأكوان المتوازية، مبدئيًا متطابقون، يملكون نفس النوازع مثلى ويأخذون نفس القرارات (وأبعد من ذلك فى التعددية سوف يكون هناك من هم مختلفون فى وضعية التجربة ولكن آلة الزمن سوف لن تتسبب أبدا فى التقابل مع تلك الأوجه). إذا كان ثمة طرق أخرى لمحاكاة هؤلاء الناس النظائر، فإن مولد الحقيقة التقديرية لن يحتاج أية معلومات عن رأسى، ولن يحتاج إلى الوسائل الاستثنائية للحوسبة التى تخيلناها. على سبيل المثال لو أن بعض هذه النظائر كانوا قادرين على مشابهتى لدرجة ما من الدقة (بعيدا عن المساهمات الخارجية كالمظهر ونغمة الصوت التى تعد كتوافه أو من قبيل التوافه بالنسبة للمحاكاة) إذن فإن مولد الحقيقة التقديرية سيراهم وهم يتصرفون طبقا لقواعد نظائرى فى الأكوان المتوازية، ومن ثم يحاكى ارتحال الزمن إلى هذه الدرجة من الدقة أو الصحة.

وآلة زمن حقيقية لن تواجه مثل هذه المشاكل. إنها سوف ببساطة تمدنا بممرات على الطريق والتى سنقابلها أنا ونظائرى - الذين يحوزون صفة الوجود بالفعل. ولن تقيد لا سلوكنا ولا رغباتنا عندما نتقابل مع هذه الممرات. والطرق التى ستتصل بها هذه الممرات مع بعضها - أى التى ستقود إليها آلة الزمن من لقطات - سوف تتأثر بحالتى الفيزيائية بما فيها حالة عقلى. وهذا لا يختلف عن الوضع الطبيعى، والذى تنعكس عليه نزعتى للسلوك بطرق متنوعة، تؤثر على ما يحدث. الفرق الكبير بين هذا

وبين تجربتنا اليومية يتمثل فى أن كل نسخة منى يتواجد فيها بالقوة تأثير كبير على الأكوان (من خلال السفر إليها).

هل قابلية السفر إلى ماضى الأكوان الأخرى وليس كوننا، يعنى شيئا حقيقة لارتحال الزمن؟ هل هو فقط السفر وسط الكون هو الذى له معنى أكثر من المقصود بارتحال الزمن؟ لا. العمليات التى كنت أصفها هى حقيقة ارتحال للزمن. أول كل شيء، إنها ليست حالة أننا لا نستطيع السفر إلى لقطة كنا فيها بالفعل. لو أعددنا الأمر بطريقة صحيحة سنستطيع. وبالطبع لو غيرنا أى شيء فى الماضى - لو جعلناه مختلفا عما كان عليه فى الماضى الذى أتينا منه - سوف إذن نجد أنفسنا فى ماض مختلف. بارتحال الزمن "المكتمل النمو" سوف يسمح لنا بتغيير الماضى. وبكلمات أخرى سيسمح لنا بجعل الماضى مختلفًا عن الطريقة التى تتذكر أنه كان عليها (فى هذا الكون). هذا يعنى شيئًا مختلفًا عن ما كان عمليًا، فى اللقطات التى لم نصل إليها لتغيير أى شيء. وهذا يتضمن، بالتعريف، اللقطات التى نتذكر أننا كنا فيها.

وعلى هذا فإن الرغبة فى تغيير لقطات معينة، وهى التى أظهرنا مرة أنها لا تفيد أى معنى. ولكن هذا ليس له أى شأن مع ارتحال الزمن. إنه بلا معنى ذلك الذى تستنبطه مباشرة من النظرية التقليدية عن تدفق الزمن. تغيير الزمن يعنى اختيار تلك اللقطات الماضية التى تريد التواجد فيها، وليس تغيير لقطات بعينها إلى لقطات أخرى. وبهذا المعنى لا يختلف تغيير الماضى من تغيير المستقبل، وهو ما نفعله طوال الوقت. حالما نأخذ اختيار ما فنحن نغيّر المستقبل: نغيّره عما كان سيؤول إليه الحال لو كان اختيارنا مختلفا. مثل هذه الفكرة ستفقد فيزياء الزمكان التقليدية أى معنى بمستقبلها الوحيد السابق التحديد من خلال الحاضر. وإنما تجعل معنى لفيزياء الكم. عندما نتخذ اختيارا نحن نغير المستقبل عما كان سيؤول إليه فى أكوان تختلف فيه اختياراتنا. ولكن ليس ثمة حالة لتغيير أية لقطة مستقبلية، إنما لن يمكنها التغير. تغير المستقبل

يعنى اختيار أى اللقطات سنكون فيها، تغيير الماضى يعنى بالضبط نفس المعنى. وبسبب عدم وجود تدفق للزمن فليس ثمة أشياء مثل تغيير لقطات ماضية بعينها مثل تلك التى يتذكر المرء أنه كان فيها. ومع ذلك إذا استطعنا بطريقة ما التحصل على اتصال فيزيائى بالماضى لن يكون هناك سبب لئلا نستطيع تغييره بنفس المعنى الذى نغير فيه المستقبل، بمعنى اختيار اللقطات المختلفة عن تلك التى كنا سنكون فيها لو أن اختياراتنا اختلفت.

المناقشة من خلال مساعدة الحقيقة التقديرية لفهم ارتحال الزمن، ذلك أن مفهوم الحقيقة التقديرية يتطلب أخذ "الوقائع المواجهة للحقائق" مأخذ الجد، ولذا فإن مفهوم متعدد الأكوان الكمى للزمن يبدو طبيعيًا عندما يحاكى فى الحقيقة التقديرية. برؤية ارتحال زمن موجه للماضى ضمن إعادة العرض لمولد عالمى للحقيقة التقديرية سوف تُعلمنا أن فكرة ارتحال الزمن متوجها للماضى تعنى معنى تامًا. وليس ذلك كالقول بأنه ممكن التحقيق فيزيائيًا بالضرورة. وبعد كل شىء فإن آلات سرمدية متحركة بأسرع من الضوء وأشياء عديدة أخرى غير ممكنة فيزيائيًا سوف تكون ممكنة فى الحقيقة التقديرية. لا يهم بالنسبة للحقيقة التقديرية إمكانية إثبات أن عملية معينة مسموح بها من قبل قوانين الفيزياء (ولو أنه يمكن إثبات العكس، إذا ما وصلنا إلى النتيجة العكسية، إنها ستنطبق عبر مبدأ تورنج، بأن ارتحال الزمن لا يمكنه أن يحدث فيزيائيًا) وعليه فما الذى تقوله لنا استنتاجات آلة للحقيقة التقديرية الزمنية عن الفيزياء؟

إنها تقول لنا ماذا سيكون عليه ارتحال الزمن إذا حدث. إنها تقول لنا إن الزمن الموجه للماضى سيكون عملية لا مهرب لها من أن تكون ضمن أكوان متصلة ومتفاعلة مع بعضها. والمشارك فى مثل هذه العملية سوف يسافر بصفة عامة من كون إلى كون آخر حينما يكون مسافراً فى الزمن. وبالتحديد كيف ستكون الأكوان متصلة، فإن هذا سيعتمد على الحالة العقلية للمشارك، من بين أشياء أخرى سيعتمد عليها.

وهكذا لكى يكون هناك سفر فى الزمن، فلا بد أن تكون هناك تعددية أكوان - ومن الضرورى أن قوانين الفيزياء التى تهيمن على متعدد الأكوان تؤدى إلى ما يلى: فى وجود آلة زمن ومسافرين محتملين فى الزمن تصبح الأكوان متصلة مع بعضها بالطريقة التى وصفتها، وليس بأى طريقة أخرى. وعلى سبيل المثال: إذا كنت لن استخدم آلة الزمن فلن تظهر أوجه لى مسافرة فى الزمن عبر اللقطات، بمعنى عدم وجود أكوان أخرى يمكن فيها لتلك الأوجه أن تستخدم آلة زمن، ومن ثم يمكن للأكوان أن تتصل بكونى. وإذا كنت بالتأكيد سأستخدم آلة الزمن، فسيصبح كونى متصلاً بالأكوان الأخرى التى فيها سأستخدم مؤكدًا آلة الزمن. وإذا ما أردت أن أنشىء دورًا لتناقض، إذن وكما رأينا، سيكون كونى متصلاً بكون آخر توجد فيه نسخة منى لديها نفس النية، ولكن مع هذه النية ينتهى الأمر بأن هذه النسخة تتصرف بطريقة مغايرة لتصرفى. ومن الملحوظ، أن ذلك بالتحديد ما تنبأت به نظرية ميكانيكا الكم. وباختصار فإن النتيجة أنه إذا كان يوجد ممر للماضى، فسيكون المسافرين إليه أحرارًا فى التفاعل مع بيئتهم التى سافروا إليها بنفس الطريقة لو أن هذا الممر لم يقودهم إلى الماضى. وليس ثمة حالة يستطيع فيها ارتحال الزمن أن يكون متماسكًا، أو يضع فيها قيودًا خاصة على سلوك المسافرين فى الزمن.

هذا يتركنا مع سؤال عما إذا كان ممكنا فيزيائيا لمثل هذا الممر للماضى أن يوجد. وكان هذا السؤال محلا لكثير من الأبحاث، وما زال محلاً للخلاف ويثير الجدل بين الكثيرين. ونقطة البداية المعتادة فى هذا هى مجموعة المعادلات التى يتشكل منها الأساس التنبوئى لنظرية أينشتاين عن النسبية العامة، وهى النظرية الشائعة كأحسن نظرياتنا عن الزمان والمكان. وهذه المعادلات المعروفة بـ "معادلات أينشتاين" لها عدة حلول، كل منها يصف شكل رباعى الأبعاد ممكن للمكان، والزمان، والجاذبية. معادلات أينشتاين هذه بالتأكيد تسمح بوجود ممر للماضى، كما أُكتشفت عدة حلول تتعلق بهذه الخاصية.

ولكنه وحتى عهد قريب جرى العرف على مثل تلك الحلول بشكل جماعى. ولم يكن هذا أبدا لأى سبب ظهر من النظرية نفسها، ولا من أى جدل حول الفيزياء. ولكن بسبب وقوع الفيزيائيين تحت تأثير الانطباع بأن "ارتحال الزمن" سوف يقودنا إلى تناقضات وبالتالى لا بد أن تكون حلول معادلات أينشتاين تلك غير فيزيائية. هذا الذى يمكن أن نسميه "التخمين الثانى" يذكِّر بما حدث فى السنوات الباكرة للنسبية العامة، عندما كانت الحلول التى تصف "الانفجار الكبير" و "الكون المتمدد" مرفوضة من أينشتاين نفسه حتى أنه حاول أن يغير من المعادلات بحيث تصف كونًا مستقرًا بدلاً من ذلك. ومتأخراً هو نفسه أشار إلى ذلك كأكبر أخطاء حياته وكان التمدد قد تم إثباته تجريبيا بمعرفة الفلكى الأمريكى أدوين هابل(*) Edwin Hubble وبالمثل فإنه لسنوات عديدة رُفضت النتيجة التى توصل إليها الفلكى الألمانى كارل شوارتز تشيلد(**) Karl Schwarzchild والتى كانت أول من وصفت "الثقوب السوداء" لقد تم رفضها، على سبيل الخطأ، بدعوى أن ظاهرة مثل وجود منطقة يصعب بل يستحيل من حيث المبدأ الهروب منها ، وأن قوى الجاذبية بتركيزها اللانهائى هى ظاهرة مضادة للحدس. الرؤية السائدة اليوم أن الثقوب السوداء موجودة، وأن لها بالفعل الخواص التى تنبأت بها معادلات أينشتاين.

(*) أدوين هابل Edwin Powell Hubble (١٨٨٩ - ١٩٥٣) فلكى أمريكى، ويعد مؤسسًا لفلك ما وراء المجرات وهو أول من أوجد دليلاً على تمدد الكون، كما أن له قانون يعرف حاليًا بـ"ثابت هابل" (يصل إلى ١٥٠كم فى الثانية لكل مليون سنة ضوئية) والذى يتصل بالعلاقة بين بُعد المسافة بين المجرات وسرعتها فهى كلما ابتعدت زادت سرعتها حتى تصل إلى مثل هذا الثابت. (المترجم)

(**) كارل شوارتز تشيلد Karl Schwarzchild (١٨٧٣ - ١٩١٦) وهو فيزيائى ألمانى شهير، ويلقب بأبى الفيزياء الفلكية، وكان أشبه بالطفل المعجزة حيث إنه وهو لم يتعد بعد السادسة عشر من العمر ظهر له بحث منشور عن "المدارات الفلكية". كما حصل على الدكتوراه الخاصة به عام ١٨٩٦ عن نظريات بوانكاريه. (المترجم)

وإذا أخذنا الأمر حرفيا، فإن معادلات أينشتاين تتنبأ بأن السفر للماضى يمكن فى أشياء تدور مغزليا بسرعة شديدة، مثل الثقوب السوداء، إذا ما تحركت بشكل لولبى وبسرعة كافية وفى ظروف أخرى معينة. ولكن كثيرًا من الفيزيائيين أبدوا شكوكهم فى أن تكون هذه التنبؤات عملية. ليس ثمة ثقوب سوداء تدور بسرعة كافية نعرفها، كما ثار الجدل (بشكل غير حاسم) حول أنه يستحيل أن تقيم هذا الشيء اصطناعيا. لأن أى مادة سريعة اللولبية يُقذف بها ربما بعد إلقائها سيتعذر عليها دخول الثقف الأسود. المتشككون ربما يكونون على حق، ولكن طالما أن مقاومتهم لقبول إمكانية ارتحال الزمن تقوم على معتقد أن ارتحاله سيؤدى إلى تناقضات، فإن ذلك لم يبرر ولا يبرئهم من الخطأ.

وحتى بعد أن تصبح معادلات أينشتاين مفهومة تمامًا، فإنها لن تمدنا بأجوبة حاسمة عن موضوع ارتحال الزمن. النظرية النسبية العامة ظهرت قبل نظرية الكم وإن لم تكن منسجمة معها تمامًا. ولا أحد قد نجح بعد فى تشكيل وجه كمى مرضى لها، أى نظرية كمية للجاذبية. وعليه فإنه طبقًا للمناقشات التى قدمتها، فإن التأثيرات الكمية ستهيمن على حالات السفر فى الزمن. وجوه أخرى لنظرية الجاذبية الكمية مرشحة فقط للسماح بالزمن الموجه للماضى لأن يوجد فى متعدد الأكوان، وهى أيضا تتنبأ بأن مثل هذه الصلات تتشكل باستمرار وتقتحم العفوية. هذا يحدث فى الزمان والمكان، وإنما فقط على المستوى التحت ميكروى. الممر النموذجى الذى يتشكل عبر هذه المؤثرات عرضه 10^{-15} متر، يبقى مفتوحا لواحد زمن بلانك (حول 10^{-43} ثانية، أى أنه يصل فى الماضى فقط إلى زمن قدره ١ بلانك).

ارتحال الزمن موجه للمستقبل، الذى يتطلب أساسا صواريخ كفؤة كفاية، هى على مسافة معقولة ولكن موثوق من تحققها تقنيًا فى المدى المنظور. الزمن الموجه للماضى، الذى يتطلب التعامل مع الثقوب السوداء، أو أى شيء عنيف جاذبيًا وممزق لنسيج الزمان والمكان، سيكون قابلاً لأن يكون عمليا فى المستقبل النائى البعيد، إذا ما

حدث أصلا. فى الوقت الحالى نحن لا نعرف قوانين فيزيائية تحكم الارتحال للزمن موجها للماضى، بل العكس، إنها تجعل منه غير قابل للتصديق أو الدفاع عنه. الاكتشافات المستقبلية فى الفيزياء الأساسية ربما تغير من ذلك. ربما نكتشف أن تدفقات كمية فى الزمان والمكان ستكون هائلة القوة فى اقترابها من آلات الزمن، وتضمن الدخول إليها (ناقش ستيفن هوكنج Stephen Howking فى إحدى المرات أن بعض حساباته تجعل الأمر مشابهًا لذلك، ولكن مناقشاته لم تكن حاسمة). أو أن بعض الظواهر غير المعلومة حتى اليوم ربما ستحكم ارتحال الزمن الموجه للماضى، أو تمدنا بطريق أحدث وأسهل لفعل ذلك. المرء لا يستطيع التنبؤ بمستقبل نموّ المعرفة. ولكن إذا ما كان مستقبل التقدم فى أساسيات الفيزياء سيستمر فى السماح بارتحال الزمن من حيث المبدأ، فإنه بالتأكيد سيكون مجرد مشكلة تقنية ستحظى بالحل إن أجلاً أو عاجلاً.

بسبب أن آلة الزمن لم تمدنا بممر إلى أوقات أبكر من اللحظة الحالية التى تحققت بالفعل، وبسبب الطريقة التى تقول بها نظرية الكم أن الأكوان على صلة ببعضها البعض، فثمة حدود لما يجب أن نتوقع تعلّمه من استعمال آلات الزمن عندما نبنى إحداهما، وليس قبل ذلك، ربما نتوقع زوارا أو على الأقل رسلاً من المستقبل، لكى تظهر منها. ماذا سيقولونه لنا؟ أمر واحد لن يقولوه لنا بالتأكيد وهو قول أى شىء عن مستقبلنا. الكابوس القدرى الخاص بيوم الحساب الموحى به والذى لا مهرب منه سوف يجىء على الرغم من كل محاولاتنا فى تجنبه، وربما كنتيجة لمحاولاتنا تلك، وكل هذه هى مادة للأساطير وروايات الخيال العلمى فقط. الزوار من المستقبل لا يستطيعون معرفة مستقبلنا بأكثر مما نعرفه نحن، لأنهم غير آتين من هناك. ولكن يستطيعون إخبارنا بمستقبل كونهم، حيث كان ماضيهم متطابقا مع ماضينا. يمكنهم إحضار شرائط أخبار وبرامج الأمور السائدة. إذا كان مجتمعهم قد اتخذ قرارًا خاطئًا، والذى يقود إلى كارثة، لا يمكنهم تحذيرنا من ذلك. ربما نتبع نصيحتهم أو لا نتبع. وإذا

اتبعنا تلك النصيحة، ربما نتجنب الكارثة أو - وهنا لا توجد ضمانات - ربما نجد النتيجة حتى أسوأ مما وقع لهم.

وفى المتوسط مع ذلك سوف يكون المفترض أن نستفيد من دراسة مستقبل تاريخهم. ولو أنه ليس مستقبل تاريخنا، وعلى الرغم من معرفة أن الكارثة وشيكة الحدوث، فليس كل هذا مثل معرفة ما الذى يجب أن نعرفه عن ما هو العمل إزاءها. ربما نفترض أن نتعلم الكثير من مثل هذه التسجيلات التفصيلية، من وجهة نظرنا عما يمكن أن يحدث. زوارنا هؤلاء، ربما يحضرون تفصيلات عن تحققات عملية وفنية كبيرة. إذا كانت هذه قد صنعت فى المستقبل القريب للكون الآخر، فهذا يشبه أن نظراء الناس الذين صنعوها يوجدون فى كوننا، وربما يعملون فى اتجاه تلك التحققات. وإذا مثلوا جميعا كلهم مرة واحدة، الوجوه الكاملة لعملهم. هل سيكونون ممتنين؟ من الواضح أن هذه متناقضة أخرى لارتحال الزمن هنا. إذا لم يبد أنها تنشىء تماسكا، وإنما فقط فضوليات، فقد نوقشت كثيراً فى الخيال عن أن تكون قد نوقشت عبر العلم فى مجال معاداة ارتحال الزمن (ولو أن بعض الفلاسفة مثل ميشيل دوميت Michael Dummett قد أخذ الأمر بجدية) أنا أسميها متناقضة المعرفة فى ارتحال الزمن، وهنا كيف تجرى الحكاية بالضبط. التاريخيون حول المستقبل والذين لديهم اهتماما خاصا بشكسبير Shakespeare يستخدمون آلة زمن لزيارة الكاتب الكبير فى وقت كتابته لهاملت Hamlet وكانت بينهم محادثة عن ما هو الوقت الذى يريهم فى كتاب هاملت مناجاته الشهيرة: أكون أو لا أكون، الذى أتى بها معه من المستقبل. شكسبير أعجب بالمناجاة واستخدمها فى مسرحيته. وفى وجه آخر للأمر، شكسبير يموت ومسافر الزمن يدعى شخصيّته، يحقق نجاحًا باعتباره كاتب مسرحيات والتى ينسخها من الأعمال الكاملة لشكسبير، والتى أحضرها معه من المستقبل. وفى وجه آخر سيكون مسافر الزمن محتاراً فى إمكانيته موضع شكسبير بالمرة. ومن خلال سلسلة أحداث، ويجد نفسه غير ممثلاً لشخصية شكسبير، ومرة أخرى ينتحل مسرحياته.

إنه يحب الحياة وبعد سنوات أخرى يتحقق أنه أصبح شكسبير: لم يكن هناك شخص آخر.

وبالتطابق مع ذلك فإن آلة الزمن فى هذه القصص لا بد قد أعدت بواسطة حضارة لا أرضية تكون قد حققت بالفعل عملية ارتحال الزمن فى أيام شكسبير، وتكون راغبة فى السماح لمؤرخنا لاستخدام واحد من شقوق السفر غير القابلة للتجدد خلفًا لذاك الزمن. أو ربما (وهو أقل شبها من ذلك .. فى تقديرى) تكون هناك آلة زمن التى تتحقق بشكل طبيعى وقابلة للاستخدام بالقرب من أحد الثقوب السوداء.

كل هذه القصص تربط بين سلسلة متتامة ومتماسكة - أو دائرة ربما - من الأحداث. والسبب فى أنها محيرة وتستحق وصفها بالتناقض، يكمن فى مكان آخر. إنه فى كل قصة نجد أدبا كبيرا قد ظهر للوجود بدون أن يكون هناك من كتبه، لا أحد كتبه بصفة جذرية، وأن أحدا لم يبدعه، وهذا يناقض بوضوح عما نعرفه ونفهمه عن من أين تأتى المعرفة. وطبقا لمبادئ نظرية المعرفة التى أبرزتها فى الفصل الثالث. المعرفة لا تأتى للوجود كاملة التشكُّل. إنها توجد فقط كنتيجة لعمليات إبداعية، التى هى عمليات تطورية، خطوة بعد خطوة، دائما ما تبدأ بمعضلة وتتقدم عبر نظريات جديدة أو تجريبية مؤقتة، ومن خلال النقد وإزالة الأخطاء تتحول إلى حالة جديدة مقبولة للمعضلة. تلك هى الكيفية التى كتب بها شكسبير مسرحيته، وهى الكيفية التى اكتشف بها أينشتاين "معادلاته عن المجال"، إنها طريقتنا جميعا فى حل أية مشكلة، كبيرة أو صغيرة فى حياتنا، أو إبداع أى شىء له قيمة.

إنها أيضًا نفس الطريقة التى تحوز بها الأنواع الجديدة صفة الوجود. المشابهة هنا تقع بين "المعضلة" و"الكوّة البيئية". "النظريات" هى "الجينات"، و"النظريات المؤقتة الجديدة" هى "الجينات المتحولة" بينما "النقد و إزالة الأخطاء" هى "الانتحاب الطبيعى". وتنشأ المعرفة من حركة الإنسان الهادفة، والتأقلم البيولوجى بواسطة آلية عمياء لا عقل لها. الكلمات التى استخدمناها فى وصف كل من الحالتين مختلفة عن بعضها،

والعمليات الفيزيائية فيهما غير متناظرة أيضًا، ولكن تفصيلات قوانين المعرفة التى تحكمها واحدة. فى حالة واحدة منهما يمكن تسميتها: نظرية بوبر فى نموّ المعرفة العلمية، وفى الأخرى نظرية دارون فى "التطور". المرء يمكنه تشكيل متناقضة معرفة فى مثل الكلمات المستخدمة فى الأنواع الحية لو أخذنا - مثلا - أحد الحيوانات الثديية فى آلة زمن إلى عصر الديناصورات حيث لم تكن قد ظهرت بعد الحيوانات الثديية. نحن نميز حيواننا الثديى. ماتت الديناصورات وحلت محلها الحيوانات الثديية. إنه من السهل أن ترى أن هذا الوجه غير مقبول فلسفيًا إنه لا يطبق واحدًا من أصول دارون فى نشوء الأنواع، خاصة "الخلق". أصل الأنواع، فى هذه القصة متميز فى تفوقه على الطبيعة: القصة لا تقدم لنا تفسيرًا أو شرحًا - أو تحكم إمكانية أن تكون كذلك - كيف أن الأنواع والتوائم أو التكيف المعقد للأنواع مع كوّاتها البيئية قد أصبحت هناك.

بهذه الطريقة فإن حالة متناقضة المعرفة تنتهك المعرفة، أو إذا شئت، مبادئ التطور. إنها تناقضه فقط لأنها تتضمن الخلق من لا شىء أو معرفة بشرية معقدة، أو تكيف بيولوجى معقد. القصص المشابهة وبأنواع أخرى ومن المعلومات فى هذه العقدة ليست متناقضة. بعد ملاحظة حصاة على الشاطئ، ثم ارتحل إلى الوراء إلى أمس، وضع الحصاة فى موضع آخر ثم حركها إلى حيث تريد أن تجدها. لماذا تجدها فى هذا الموضع بالذات؟ لأنك حركتها إلى هناك. ولماذا حركتها إلى هناك؟ لأنك وجدتها هناك. لقد تسببت فى بعض المعلومات (موقع الحصاة) لكى تحوز (المعلومات) صفة الوجود فى عقدة أو حلقة ذاتية التماسك. ولكن ماذا بعد؟ لا بد للحصاة أن تتواجد فى مكان ما، بالإضافة لأن القصة لا تتضمن الحصول على شىء من لا شىء. أو عن طريق المعرفة أو التكيّف. ليس ثمة تناقض هنا.

من وجهة نظر متعدد الأكوان فإن مسافر الزمن الذى يزور شكسبير لم يأت من مستقبل نسخه شكسبير. يستطيع أن يؤثر، أو ربما يحل محل النسخة التى يزورها.

ولكنه لا يستطيع أبدا أن يزور النسخة الموجودة فى الكون الذى بدأ منه. وهى تلك النسخة التى كتبت المسرحية - وعلى هذا فالمسرحيات لها مؤلف عبقرى، وليست ثمة عُقد أو حلقات متناقضة من تلك التى تخيلناها فى القصة. المعرفة والتكيف حتى فى حالة وجود ممرات إلى الماضى، يمكن استحضارها للوجود فقط بشكل متزايد بواسطة تصرفات الإبداع البشرى أو التطوّر البيولوجى. وليس بأى طريقة أخرى.

كنت أتمنى أن أقرر أن هذا المتطلب يتحقق بصرامة من خلال ما تفرضه قوانين نظرية الكم على التعددية. أتوقع أنها كذلك، ولكن هذا من الصعب إثباته لأنه من الصعب التعبير عن الخاصية المعنية هنا باللغة السائدة فى الفيزياء النظرية. ما هى التآليف أو التشكلات الرياضة التى تميز بين "المعرفة" و "التكيف" وبين المعلومات التى لا طائل ورائها؟ ما هى المساهمات الفيزيائية التى تميز العمليات الإبداعية من العمليات غير الإبداعية؟ ولو أننا بعد لا نستطيع الإجابة على هذه الأسئلة فأنا لا أعتقد أن الحالة توصف باليأس. تذكر نتائج الفصل الثامن حول معنى الحياة، والمعرفة فى متعدد الأكوان. لقد أشرت هناك (لسبب لا يتصل بارتحال الزمن) أن إبداع المعرفة والتطور البيولوجى هى فيزيائيا عمليات ذات معنى. وواحد من الأسباب أن هذه العمليات، وفقط هذه العمليات، لها تأثير معين على الأكوان المتوازية - أو أى بناء وراء الكون أو عبره من خلال جعلهما متشابهين. عندما نستطيع يوما فهم تفاصيل هذا التأثير، ربما نستطيع تعريف المعرفة، والتكيف والإبداع، والتطور فى كلمات تلتقى عند التعددية.

عندما أقمت متناقضة، كانت هناك أخيرا نسختان منى فى كون واحد ولا شىء منى فى الكون الآخر. إنها قاعدة عامة حين يأخذ ارتحال الزمن مكانه فإن الرقم الجمعى للنسخ (منى) والتى تعد على مدى كل الأكوان، يتغير. وبالمثل فإن قوانين حفظ الطاقة والكتلة والكمّات الفيزيائية الأخرى تستمر لأن تكون فى متعدد الأكوان كله وليس بالضرورة فى أى كون واحد. ومع أنه لا يوجد قانون حفظ للمعرفة فإن حيازة آلة

زمن سوف يسمح بأن نتوجه إلى المعرفة من مصدر جديد كلية، أى "إبداعية العقول" فى أكوان أخرى. وهم أيضا يمكن أن يكونوا أكثر معرفة منا؛ بحيث يمكن للمرء أن يتحدث باستفاضة عن "تجارة" فى المعرفة، وتجارة فى الإنتاج الاصطناعى الذى يحوى معرفة، بين أكوان متعددة ولكن المرء لا يستطيع أخذه المشابهة بشكل حرفى، لأن التعددية لن تكون منطقة تجارة حرة، لأن قوانين ميكانيكا الكم تضع قيودا قاسية أو صارمة على أى من اللقطات يمكن ربطها بلقطات أخريات. وهذا لسبب واحد، أى كونين يكونان متصلين مع بعضهما فى اللحظة التى يصبحان فيها متطابقين، وبمجرد اتصالهما هذا يجعلهما يبدآن الاختلاف عن بعضهما. فقط عندما تتراكم هذه الفروق والمعرفة الإبداعية الجديدة قد نشأت فى كون منهما وأُرسلت إلى الوراء فى الزمن إلى الكون الأخر، فهكذا نستطيع استقبال معرفة لم توجد بعد فى كوننا.

طريقة أخرى أكثر دقة فى التفكير فى تجارة المعرفة بين الكونيّة هى التفكير فى كل عملياتنا المنتجة أو المولدة للمعرفة، كل ثقافاتنا ومدنياتنا، وكل العمليات الفكرية فى عقل كل فرد بالطبع، وكل المحيط الحيوى المتطور أيضًا كما لو كانوا عملية حوسبة ضخمة. كل المسألة تتحصل فى تنفيذ برنامج كمبيوترى ذاتى الحفز وذاتى التوليد. وبتحديد أكثر فهى، وكما أشرت، هو برنامج حقيقة تقديرية فى عملية محاكاة، مع دقة متزايدة دائمة، هى كل الوجود. فى الأكوان الأخرى ثمة أوجه أخرى لمولد الحقيقة التقديرية، موجهة لآلة الزمن، وقد تكون قادرة على استقبال بعض نتائج الحوسبة التى حققتها نظائرها فى أكوان أخرى، طالما سمحت قوانين الفيزياء بتبادل المعلومات الضرورى. كل قطعة أو جزء من المعرفة يتحصل عليها المرء من آلة زمن سوف يكون لها مؤلف فى مكان ما من متعدد الأكوان، ولكنها ربما تفيد عددًا لا يحصى من الأكوان المختلفة وهكذا فإن آلة الزمن هى مصدر أو وسيلة تسمح بطرازات أو أنماط معينة من الحوسبة يمكن أن تتحقق بكفاءة هائلة أكثر من تحققها فى كمبيوتر واحد. إنها تحقق ذلك بالمشاركة الإيجابية من جانب النسخ المتعدد منه عبر الأكوان المختلفة.

فى غيبة آلة الزمن سيتحول الأمر إلى تبادل ضئيل للمعلومات بين الأكوان، لأن قوانين الفيزياء تتنبأ، فى هذه الحالة، أن يكون الاتصال السببى بينهم ضئيلا. ولدرجة جيدة من التقريب، المعرفة يتم إبداعها فى مجموعة لقطات متشابهة تتناسب مع قليل من اللقطات الأخرى، أى تلك التى تراكمت فى زمان مستقبلى بالنسبة للقطات الأصلية. ولكن هذا مجرد تقريب. ظاهرة التداخل هى نتيجة للاتصال السببى بين الأكوان القريبة من بعضها. لقد رأينا فى الفصل التاسع، أنه حتى على هذا المستوى الصغير جدا من الاتصال يمكن استخدامه فى تبادل المعلومات الكمبيوترية ذات المعنى والمفيدة بين الأكوان.

دراسة آلة الزمن أشبه بمسرح - بالرغم من أنه مسرح فكر تجريبى نظرى حتى الآن - نرى فيه كتابة قدر كبير من الصلات بين ما أسميته "الخيوط الأربعة الرئيسية" كل من تلك الخيوط يلعب دوراً أساسياً فى تفسير ارتحال الزمن. ربما يتحقق ارتحال الزمن يوما ما، أو ربما لا يتحقق. ولكن إذا تحقق، فلن يتطلب أى تغيير أساسى فى نظرتنا للعالم على الأقل بالنسبة لهؤلاء الذين شاركوا بنطاق واسع فى النظرة للعالم التى قدمتها هنا. كل الاتصالات التى يمكن إقامتها بين الماضى والمستقبل، والتى ستستلزم الربط بين مجالات منفصلة بوضوح من المعرفة ستكون هناك على أية حال.

اصطلاحات :

ارتحال الزمن: Time travel	إنه فقط الزمن الموجه للماضى الذى يستحق هذه التسمية.
الموجه للماضى: Past-directed	فى الزمن الموجه للماضى فى آلة الزمن، فإن المسافر يمر بخبرات ذات اللحظة كما هى معرّفة فى ساعة وتواريخ خارجية، أكثر من مرة فى تعاقب شخص (أى من الناحية الذاتية).
الموجه للمستقبل: Future - directed	فى الزمن الموجه للمستقبل فى آلة زمن، يصل المسافر إلى لحظة متأخرة فى وقت شخصى أقصر عن المعرّف بساعة وتواريخ خارجية.
آلة زمن: Time machine	شىء فيزيائى يسمح لمستخدمه أن يسافر إلى الماضى. من الأفضل التفكير فيه كمكان أو ممر أكثر من التفكير فيه كعربة.
متناقضة ارتحال الزمن: Parodox of time travel	حالة من عدم الإمكانية الواضحة لاستحضار مسافر فى الزمن لو أن السفر فى الزمن ممكنا.
متناقضة المعرفة: Knowledge Paradox	المتناقضة التى تنشأ فيها المعرفة عن لا شىء، من خلال السفر فى الزمن.
متناقضة الجد: Grandfather paradox	هى المتناقضة التى من خلالها يسافر المرء إلى الماضى وفى نفس الوقت يمنع نفسه من عمل ذلك.

الخلاصة :

ارتحال الزمن قد يتحقق أو لا يتحقق، لكنه ليس متناقضاً مع الحقيقة. إذا سافر المرء إلى الماضى سوف تتقيد حريته الطبيعية فى التصرف، ولكنه بصفة عامة سوف ينتهى إلى ماضى كون مختلف. دراسة ارتحال الزمن هى منطقة دراسة نظرية، التى فيها الخيوط الأربعة التى اقترحتها تكتسب المعنى: ميكانيكا الكم، بأكوانها المتوازية والمفهوم الكمى للزمن، ونظرية الحوسبة، وبسبب الصلات بين الحقيقة التقديرية وارتحال الزمن، وبسبب السمات المميزة لارتحال الزمن يمكن تحليلها كأنماط جديدة من الحوسبة، والمعرفة ونظرية التطور، وبسبب القيود التى تضعها على كيف تأتى المعرفة إلى الوجود أو حيازة صفة الوجود.

ليست فقط الخيوط الأربعة التى ترتبط معا كنسيج للحقيقة، هناك أيضا توازيات ملحوظة بين المجالات الأربعة للمعرفة مثلها. كل النظريات الأربعة الأساسية لها هذه الحالة غير المعتادة من القبول معا أو رفضها معًا، اعتماداً على الاعتقاد أو عدم الاعتقاد فيها، بواسطة معظم العاملين فى تلك الميادين.

الفصل الثالث عشر

الخيوط الأربعة

من الأفكار المنتشرة على مدى واسع ويشترك فيها الناس أو مجموعة منهم رغم بساطتها عن العملية العلمية هى تلك التى نَقَرها فى الذاكرة مبدع مثالى شاب ضد ما يعرف عن المؤسسة العلمية. حيث كان الأرثوذكسيون قد ضيّقوا الفكرة والرجعيون قد أقاموا أنفسهم كمدافعين عنها وسجناء لها فى الوقت نفسه، فقد كانوا يضيقون بأى تحد يبدر ضدهم. وكانوا يرفضون الاستماع إلى النقد، والدخول فى المناقشات أو الجدل أو قبول الدليل، كما حاولوا خنق أفكار ذلك المبدع.

تلك الفكرة التى يشترك فيها عديد من الناس كانت قد دخلت إلى الفلسفة بمعرفة (*)توماس كون Thomas Kuhn مؤلف الكتاب المهم "بناء أو تركيبة الثورات العلمية The Structure of scientific Revolutions . وطبقًا لكُون فإن المؤسسة العلمية يتم تعريفها بإيمان أعضائها فى مجموعة النظريات السائدة، والتى تكوّن النظرة إلى العالم، أى النظرة النموذج. وهذه النظرة النموذج هى الجهاز أو الأدوات الفلسفية والنظرية التى من خلالها يلاحظ أصحابها ويفسرون كل شىء فى خبرتهم. (من خلال تسبيب يتضمن جزء من المعرفة، مثل الفيزياء، ويمكن حينئذ للمرء الحديث عن "النموذج" فى هذا المجال) هل لأى ملاحظة أن تبدو وكأنها تنتهك النموذج ذو الصلة، أصحاب هذه النظرية ببساطة لا يرون هذا الانتهاك. عندما يواجهون دليل عليه يكونون مضطرين لاعتباره نوعا من الشذوذ، أو خطأ فى التجربة، أو حيلة مخادعة - أو أى شىء يسمح بأن "النموذج" غير منتهك. هذا هو ما جعل كون يعتقد أنها قيم علمية غير منفتحة على النقد، والقبول غير المؤقت للنظرية والأساليب العلمية فى الاختبارات التجريبية، وهجرة

(*) توماس إس. كون Thomas S. Kuhn مفكر معاصر ناضل من أجل تأكيد أن النموذج العلمى (المتمثل فى النظريات السائدة) قادر على الصمود أكثر فيما يتعلق بكل ما هو ملحوظ، وقادر أيضًا من ناحية المنطق على تحطيم السحر والشعوذة والعرافة والكهانة والتى يتم هجرها جميعًا عادة كلما استقر العلم وأخذ وضعه وقيمته، ومثلهم العلماء غير الملتزمين أو المرتبطين بالنظريات السائدة والمستحقين للهجر بدورهم. (المترجم)

النظريات السائدة عندما تكون مرفوضة، وهى جميعا من قبيل ما يشبه الأسطورة التى تجعل التواضع ممكنا عند سن أى قانون عندما يتعلق الأمر بموضوع علمى ذى معنى فى مرحلة بدايته.

تَقبّل كون أن فى الموضوعات العلمية الهامشية يحدث شيء يشبه العمليات العلمية (كما أوضحت فى الفصل الثالث) لأنه آمن بأن العلم يستأنف مسيرته عبر فترات زمنية بديلة: هناك "علم عادى" ، كما أن هناك "علم ثورى" فى عصر العلم العادى يؤمن أغلب العلماء فى النظريات الأساسية السائدة، ويحاولون بشدة إخضاع ملاحظاتهم ونظرياتهم الثانوية للتواؤم مع تلك النظرة. تتكون أبحاثهم من ربط النهايات غير الثابتة، وإثبات التطبيقات العلمية للنظريات، وتصنيف إعادة تشكيلها وإثباتها. عندما تكون قابلة للتطبيق، ربما يستخدمون الطرق العلمية بمعناها البوبرى (نسبة إلى بوبر)، ولكنهم لا يكتشفون أى شيء أساسى لأنهم لا يسألون أبدا عن أى شيء أساسى. ومع هذا الاتجاه تظهر قلة من مثيرى المتاعب الشبان، الذين ينكرون بعض أساسيات المعتقد فى النموذج القائم. وليس هذا فى الحقيقة نقدا علميا، لأن مثيرى المتاعب ليسوا مسئولين عن التسبيب أيضا. إنهم يرون العالم فقط من منظور نموذج جديد ومختلف. كيف يتوصلون إليه؟ ضغط الدليل الذى يحتويه، وذكاء أو عبقرية شرحه عبر النموذج القديم. أخيراً ما يتسلل إليهم (ولعل هذا يكفي، ولو أنه من الصعب رؤية كيف يستسلم المرء دون بصيرة لضغط شكل الدليل وهو فرضية). وعلى أية حال، فإن عصراً من التنوير العلمى يبدأ - الغالبية التى لا تزال تعمل وفق العلم العادى فى النموذج القديم، يحاربون بالوسائل العادية. والفاسدة المتداخلة مع النَّسْخ أو الطَبْع، والإقصاء للدخول فى المناصب العلمية الموروثة، وهكذا. الورثة يدبرون وسائل النشر، والسخرية من المحافظين القدامى، ويحاولون التسلل للمؤسسات صاحبة التأثير. قوة التفسير فى النموذج الجديد بمصطلحاتها هى (لأن مصطلحات النموذج القديم تبدو متطرفة وغير مقنعة) غالبًا ما تغرى المنضمين الجدد غير المستسلمين من العلماء

الشبان. ثمة مرتدين على كلا الجبهتين. بعض من المحافظين يموتون. وأخيراً جانب من أيهما ينتصر. إذا انتصر الورثة، يصبحون هم أعضاء المؤسسة العلمية الجديدة، ويدافعون عن نموذجهم الجديد، تماماً دون بصيرة، كما سبق أن فعل القدامى، أما إذا خسروا يصبحون مجرد حاشية فى تاريخ العلم. وفى الحالتين يستمر العلم "العادى" فى طريقه.

وهكذا تبدو النظرة الكُونية (نسبة إلى كُون) للعملية العلمية طبيعية بالنسبة لكثير من الناس. حيث تظهر كأنها تشرح التغيرات المتكررة والمتناقضة التى يقوم العلم بإرغام أو إخضاع الأفكار الحديثة عليها، من خلال المساهمة البشرية اليومية والدفع الذى نعتاد عليه: تطويق الآراء والمفاهيم المسبقة، عدم إبصار الدليل الذى يكون المرء قد أخطأ بصدده، قمع المعارضة من خلال الرغبات الراسخة، كالرغبة فى الحياة الهادئة، وما إليه. وفى مقابل ذلك هناك تمرد الشباب، البحث فى غير المألوف، متعة انتهاك التابوهات، والصراع من أجل القوة. إغواء آخر فى أفكار كون، وهو أنه وضع العلماء فى أحجامهم الحقيقية. لم يعد ممكنا لهم ادعاء أنهم باحثون نبلاء عن الحقيقة التى تستخدم الطرق العقلية فى الحدس، النقد والاختبارات التجريبية فى حل المشاكل وإبداع تفسيرات أكثر جودة عن العالم. كشف كُون عن أنهم فرقاء متنافسون يلعبون مباريات لا نهاية لها من أجل السيطرة على الحِمَى.

فكرة النموذج ذاتها ليست استثناء. نحن نلاحظ العالم ونفهمه عبر مجموعة من النظريات، وهى التى تشكل النظرة "النموذج" ولكن كُون أخطأ فى اعتبار أن تمسك امرئ بالنموذج يعميه عن رؤية جدارة نموذج آخر، أو يمنعه من قدرة تغيير النموذج، أو يمنع المرء من فهم نموذجين فى وقت واحد. (من أجل مناقشة تطبيقات أعم لهذا الخطر انظر كتاب بوبر "أسطورة الإطار[*] "Myth of the frame work") حيث أعترف، بأن

(*) مترجم للعربية وصدر ضمن سلسلة "عالم المعرفة" بمعرفة أ. د. يمنى طريف الخولى وآخر "العدد ٢٩٢" . (المترجم)

ثمة خطراً دائماً فى أننا قد نقلل من قيمة قوة التفسير فى نظرية أساسية جديدة، أو نفتقده كلية عندما نقوِّمها من خلال الإطار العام للنظرية القديمة. لكنه مجرد خطر وبإعطاء العناية الكافية والسلامة العقلية، ربما نستطيع تجنبه.

ومن الصحيح أيضا أن الناس ومن بينهم العلماء، وخاصة هؤلاء الحائزين على المناصب ذات القوة، يميلون للارتباط بالطريقة السائدة فى عمل الأشياء، ويمكنهم أن يكونوا متشككين فى الأفكار الجديدة عندما يكونون مرتاحين لتلك القديمة. لا يمكن لأحد أن يدعى بأن كل العلماء يفكرون بطريقة واحدة وأنهم كثيرو التشكك عقلانيا فى تقويمهم للأفكار. الولاء غير المُقوَّم للنموذج هو بالطبع من قبيل السبب المألوف فى الجدل بشأن العلم، كما فى كل شىء آخر. ولكن باعتباره وصفًا أو تحليلاً للعملية العلمية، فقد عانت نظرية كون من خلل قاتل. لقد شرح تعاقب النماذج من نموذج إلى آخر عبر مصطلحات سوسيولوجية وسيكولوجية، أكثر مما كان عليه من اللجوء مبدئيا للمزايا الموضوعية للتفسيرات المنافسة. وبعد فإنه بدون فهم العلم على أنه بحث عن التفسير والشرح، فإن حقيقة أنه فعلا يصل إلى تفسيرات ناجحة، كل منها أحسن موضوعيًا من الأخير الذى سبقه، تظل هذه الحقيقة متعذرة على التعليل.

وهكذا كان كُون مضطراً على نحو تام وواضح لإنكار أن ثمة تقدم موضوعى للتفسيرات العلمية الناجحة، وأن هذا التقدم ممكن ولو من حيث المبدأ:

"ثمة (خطوة) يرغب كثير من فلاسفة العلم فى أن يتخذوها والتى أرفضها. إنهم يرغبون فى مقارنة النظريات على أنها تمثيل للطبيعة، كما لو أنها عبارات (عما يتواجد حقيقة هناك) ضامنين أنه لا توجد فى تاريخ العلم نظريتان صحيحتان فى نفس الوقت، ومع ذلك هم يبحثون فيما أن الأخيرة منهما تحوى تقريبًا أفضل للحقيقة. وأعتقد أنه لا يمكن العثور على شىء من هذا النوع" (النقد ونمو المعرفة **Criticism and the Growth of knowledge** صفحة ٢٦٥).

وهكذا فإن نمو المعرفة العلمية الموضوعية لا يمكن تفسيرها من خلال الصورة التى قدمها كُون. وليس جيدا محاولة الادعاء أن التفسيرات الناجحة تكون أحسن

بمصطلحات نموذجها. هناك اختلافات موضوعية. نحن نستطيع الطيران، بينما الناس في معظم التاريخ البشرى استطاعوا فقط الحلم به. القدماء لم يكونوا فاقدى النظر إزاء كفاءة آلاتنا الطائرة، لأنها ليست داخل النموذج الذى عرفوه. السبب فى أننا نستطيع الطيران هو أننا فهمنا ما هو موجود هناك بالفعل". السبب فى أن القدماء ليسوا كذلك فلأن معرفتهم فى درجة أدنى مما فهمناه.

إذا قام المرء بتطعيم نظرية كون بحقيقة التقدم العلمى الموضوعى، فعليه توظيف فكرة أن بذرة الابتداعات الرئيسية قام بها حفنة من محطمى التماثيل الدينية العباقرة. باقى المجتمع العلمى لهم استخداماتهم، ولكن فى الموضوعات ذات المعنى والأهمية يتولون إعاقة المعرفة. هذه النظرية العاطفية (التى عادة ما تقدم مستقلة عن أفكار كُون) لا تتفق بدورها مع الحقيقة. كان هناك بالطبع عباقرة قاموا بتثوير العلم كله بأيديهم هم، بعضهم قد ذكرته فى هذا الكتاب مثل جاليليو، ونيوتن، وفاراداى، وداروين، وأينشتاين، وجودل، وتورنج. ولكن على العموم فقد استطاع هؤلاء الناس تدبير العمل، والنشر واكتساب المعرفة بهم على الرغم من المعارضة التى لا مهرب منها والتى أبداها المحافظون الذين كانوا أشبه بالملتصقين بالأوحال (اقتصّوا من جاليليو، وإن كان هذا لم يكن على أيدى منافسيه من العلماء) وعلى الرغم من أن أغلبهم عانى من مواجهات المعارضة غير العقلية فإن مستقبلهم العلمى لم يتجه نحو المضادين لتحطيم التماثيل من مؤسسة العلماء المُقَولبين. كما استفاد معظمهم من تفاعلهم مع العلماء السابقين على "النموذج" والذين قدموا لهم الدعم.

أحيانًا ما وجدت نفسى فى جانب الأقلية بالنسبة للمناقشات العلمية الأساسية. ولكننى أبدًا لم أتقاطع مع وضع كُون. بالطبع، وكما ذكرت، فإن أغلبية المجتمع العلمى لم تكن منفتحة تمامًا للنقد كما يفرضه الأمر فى الوضع الأمثل. وأيًا ما كان الأمر فإن الامتداد الذى التصقت به وشايعته يتعلق بـ: "الخبرة العلمية الصحيحة" فى قيادة البحث العلمى، والتى لم تكن بدورها خالية من الملاحظات.

ستحتاج فقط لأن تُدعى إلى ندوة بحث فى أى ميدان أساسى فى العلم "الصعب"، لترى كيف يختلف بقوة سلوك الباحثين عن سلوك البشر عموما. هنا نرى أستاذا معلِّما يتم تعريفه على أنه كبير الخبراء فى المجال كله وبأنه سيلقى المحاضرة - قاعة الندوة مليئة بقوم من مختلف الدرجات فى هرمية البحث الأكاديمى، بدءا بالطلبة المتخرجين الذين التحقوا بمجال البحث منذ عدة أسابيع مضت فقط، حتى الأساتذة الجامعيين التى تطاول قاماتهم قامة المتحدث نفسه. الهيراركية الأكاديمية هى بناء قوى ومعقد، والذى يساند ويدعم هؤلاء الناس باستمرار فى مستقبلهم ونفوذهم وسمعتهم، وربما بأكثر مما فى أى مجلس إدارة أو ما شابه. وطالما الندوة منعقدة فمن الصعب على أى ملاحظ أن يفرق بين مراتب أو درجات المشاركين. أصغر المتخرجين يسأل سؤالا: "هل معادلتك الثالثة قد جاءت من المعادلة الثانية؟ بالتأكيد المصطلح الذى أغفلته ليس جديرا بالإهمال "الأستاذ متأكد من أن التعبير هو "الجدير بالإهمال" وأن الطالب قد ارتكب خطأ بتقويمه لعمل قام به من هو أكثر منه خبرة. ما الذى يحدث بعد ذلك؟

فى موقف مشابه، فإن رئيس تنفيذى قوى، والذى تعارض تقويمه لعمل مع عاصفة هيجها عليه مناوب جديد، ربما كان سيقول: انظر لقد سبق لى أن قمت بتقويمات كهذه أكثر مما حصلت عليه أنت من وجبات غذائية ساخنة. إذا قلت لك أن تقويمى صالح، فهو إذن صالح. سياسى صغير ربما يرد على نقد آت له من مكان منعزل من أحد أعضاء الأحزاب الطموحة بقوله: "فى أى جانب أنت على أية حال؟ حتى أستاذنا الذى بدأنا به، وبعيداً عن موضوع المحاضرة، وهو مثلا يلقى إحدى محاضراته على طلبة الجامعة، قد يجيب بنبرة طاردة ورافضة: ربما يكون عليك أن تتعلم المشى قبل أن تجرى. اقرأ الكتاب أولا وحينئذ لن تضيع وقتنا ووقتك. ولكن فى ندوة البحث لو أن ثمة رد من هذا النوع من النقد ربما يحدث موجه من الارتباك لتعم القاعة. قد يحول الحاضرون أبصارهم، ويعلو سيماؤهم ما يدل على العناية والاجتهاد

فيقومون بدراسة مذكراتهم. سوف تكون هناك ابتسامات متكلفة ونظرات جانبية. في مثل هذا الموقف فإن إغواء الشعور بالسلطة (على الأقل الصريح أو العلنى منها) تكون غير مقبولة حتى لو كان الأستاذ الأكبر فى المجال كله يوجه حديثه لأصغر متخرج من الحاضرين.

وهكذا يأخذ الأستاذ النقطة التى أثارها الطالب بجدية، ويجيب بشكل مختصر وإن كاف فى الدفاع المعادلة المثار بشأنها الجدل. سيبذل الأستاذ قصارى جهده لئلا يبدو مغضبًا من أنه تم انتقاده من مصدر متدنٍ هكذا. معظم الأسئلة من القاعدة ستكون متخذه شكل النقد، الذى لو كان صحيحا، فقد ينقص من شأن الأستاذ أو يدمر القيم التى قام عليها عمل حياته. ولكن بعث النشاط ، وأوجه النقد المتعددة التى تحمل حقائق مقبولة، كلاهما من أهم أهداف الندوة، كل واحد يضمن جيدًا أن الصدق أو الصلاحية ليست واضحة، وأن الحاجة الواضحة ليست إلى الصدق، وإنما أن الأفكار تقبل أو ترفض طبقا لمحتواها المُرضى وليس جذورها. وهو ما يمكن لأكبر العقول أن تخطئ فيه، وهو أيضًا ما يجعل الموضوعات التى تبدو كأنها من سقط المتاع هى بذاتها قد تكون المفتاح إلى اكتشاف عظيم جديد.

وهكذا فإن المشاركين فى الندوة، طالما أنهم مرتبطين بالعلم فإنهم يتصرفون بمقاييس حادة من العقلانية العلمية ولكن الندوة انتهت الآن. دعنا نتابع المشاركين فيها إلى صالة الطعام على الفور، العادى من السلوك البشرى الاجتماعى يعيد ترتيب نفسه، المعاملة تختلف مع الأستاذ فهو يتصدر المائدة مع من يقاربه فى المرتبة من الأساتذة، ثم حفنة مختارة من الأقل رتبة يسمح لهم بميزة التواجد على نفس المائدة. وتتحول المحادثة إلى حالة الطقس وما يتردد من شائعات (وبصفة خاصة) حول السياسات الأكاديمية. وبعد مناقشة مثل هذه الموضوعات تعاود الظهور مَرّةً أخرى الدوجماتية والآراء المسبقة والزهو والولاء، التهديدات والمجاملات وجميعها من الأمور المعتادة والمألوفة فى تفاعلات الناس مع بعضها فى المواقف المشابهة. ثم يعود العلماء

إلى طبيعتهم العلمية لفرصة أخرى. الشروح يتم التفكير فيها والأدلة وقواعد الجدل، وهنا تصبح المراتب فى مجرى الحديث التى هى بلا صلة أصلا مع الموضوعات المثارة. هذا بالضبط، وعلى أى مستوى، ما يجرى فى المجالات التى عملت فيها.

وعلى الرغم من أن تاريخ نظرية الكم يمدنا بأمثلة عديدة على تعلق العلماء غير العقلى بما يمكن تسميته "النموذج" سيكون من الصعب العثور على مشهد مطابق للمثل مثل نظرية كون عن تتابع "النموذج". اكتشاف نظرية الكم كان يمثل بدون شك مفهومًا ثوريًا، ربما الأعظم بعد جاليليو، وكان هناك بالطبع من لم يقبلوها أبدا من هؤلاء المحافظين ولكن الشخصيات المعتبرة فى الفيزياء، ومن بينهم حتى هؤلاء الذين لم يكونوا منسوبين للمؤسسة العلمية، كانوا جميعا على استعداد فورى لإهمال "النموذج" القديم. وبسرعة أصبحت أرضًا خصبة معتادة لاعتبار النظرية الجديدة تتطلب الانفصال الجذرى عن المفهوم التقليدى لنسيج الواقع. التحدى الوحيد تمثل فى على أى نحو سيكون المفهوم الجديد. وبعد حين تأسست أرثوذكسية بواسطة الفيزيائى نيلز بور(*) Niels Bohr وما أطلق عليه: "مدرسة كوبنهاجن Copenhagen school"، هذه الأرثوذكسية الجديدة لم يتم قبولها على مدى واسع بدرجة كافية على أنها وصف للحقيقة يمكن أن يسمى "نموذج" ولو أن معظم الفيزيائيين صادقوا عليها بوضوح (يمثل أينشتاين مثالاً استثنائيًا لذلك)، ومن الملحوظ أنها لم تكن تركز انتباهها على مقترح صدق نظرية الكم الجديدة. وعلى العكس اعتمدت بحسم على أن نظرية الكم، على الأقل فى شكلها السائد، هى نوع من الزيف! وطبقًا لمدرسة كوبنهاجن وتفسيرها

(*) نيلز بور Niels Bohr (١٨٨٥ - ١٩٦٢) فيزيائى دانماركى حاصل على جائزة نوبل عام ١٩٢٢ ويعد المسئول الأول عن تقدم ميكانيكا الكم، كما شارك فى مشروع القنبلة الذرية الذى أقيم فى لوس ألاموس فى بواكير عام ١٩٤٤، ومن أبرز مؤلفاته كتاب "الفيزياء الذرية والمعرفة البشرية" "The Atomic Physics and Human Knoledge" والذى ضمنه مناقشة دارت بينه وبين ألبرت أينشتاين حول نظرية الكم دامت لأكثر من عقدين من الزمان. (المترجم)

فإن معادلات نظرية الكم تتحقق بالنسبة لموضوعات من الحقيقة الفيزيائية لم تتم ملاحظتها. فى لحظات من الملاحظة تحدث ثمة طرازات مختلفة من العمليات، من بينها التفاعل المباشر بين وعى الإنسان والفيزياء دون الذرية. ثمة حالة خاصة من الوعى تصبح حقيقة أما الباقى من الحالات هى فقط احتمالات. تفسير كوبنهاجن حدد هذه العملية المزعومة بشكل موجز، الوصف الكامل كان يعتقد أنه هدفًا للمستقبل، أو ربما ليكون إلى الأبد واقعا وراء الفهم البشرى. بالنسبة للأحداث غير الملحوظة التى تحدث ما بين الملاحظة الواعية، لم يكن مسموحا للمرء أن يسأل بشأنها! كيف للفيزيائيين، حتى خلال ذروة "الوضعية" و "الأداتية" أن يمكنهم قبول مثل هذه التعليمات الواهية مثل وجهة نظر الأرثوذكسيين هؤلاء بأن النظرية الأساسية هو سؤال للمؤرخين. لسنا محتاجين هنا للاهتمام بالتفاصيل الملغزة لتأويلات كوبنهاجن، لأن لديها باعثًا أساسيًا يقوم على تجنب النتيجة بأن الحقيقة لها قيمة عالية، وأنها لهذا السبب وحده فهى من المعتذر تجانسها مع أى تفسير عبقرى أو جيد للظواهر الكمية.

بعد حوالى عشرين عاما عمل هيو إيفريت **Hugh Everett** خريج جامعة برنسيتون **Princeton** تحت إمرة الفيزيائى البارز جون أرشيبالد هويلر(*) **John Archibald wheeler** فى البداية كان قد رتب إقحام الأكوان المتعددة فى نظرية الكم. لم يقبل هويلر بهذا. لقد كان (ولا يزال) مقتنعا بأن رؤية بور، ولو أنها غير كاملة، تعتبر أساسا لتفسير صحيح. ولكنه لهذا السبب تصرف على النحو الذى سلكه كون فى فكرة المقولب

(*) جون هويلر John Archibald wheeler (١٩١١ - ...) فيزيائى أمريكى ساهم فى التقدم النظرى للقنبلة الذرية، كما قدم اقتراحًا جديدًا للنظرية الموحدة Unifying theorye (ربط القوى الرئيسية فى الكون مع بعضها البعض فى معادلة واحدة وهى أربعة قوى: القوة الذرية القوية، والقوة الذرية الضعيفة، والقوة الجاذبة، والقوة الكهربية)، فضلاً عن مساعدته فى تقدم القنبلة الهيدروجينية بلوس ألاموس، وحصل على جائزة فيرمى Fermi لأعماله فى الانشطار النووى وتحقيق إنتاج البلوتينيوم، وفى نهاية حياته ركز على النظرية الموحدة واستمرارية الزمكان ومما يذكر عنه أنه هو الذى صك تعبير "ثقب أسود black hole". (المترجم)

على أنه يمكن أن يقودنا للتوقع؟ هل حاول أن يقمع أفكار تلميذه الموروثة؟ على العكس لقد خشى هويلر ألا تلقى أفكار تلميذه التقدير الكافى ومن ثم فقد كتب بنفسه بحثا صغيرا ليصاحب البحث الذى نشره إيفريت، وقد ظهرا متعاقبين على صفحات مجلة "نظرات عامة على الفيزياء الحديثة Reviews of Modern Physics بحث هويلر شرح ودافع عن بحث إيفريت على نحو فعال، لدرجة أن عديداً من القراء افترضوا أنهما معا مسئولون عن محتواهما. ونتيجة لذلك اعتبرت نظرية تعدد الأكوان، على نحو خاطئ، على أنها نظرية إيفريت - هويلر" لعدة سنوات بعد ذلك مما تسبب فى كثير من الكدر لهويلر.

اعتبار هويلر كقدوة فى مشايعته للعقلانية العلمية، ربما يكون مبالغا فيها، ولكنها تبقى فريدة. وفى هذا سوف أشير إلى فيزيائى بارز آخر هو بريس دى ويت Bryce De-wit والذى عارض إيفريت مبدئيا. عبر تبادل تاريخى للرسائل، أوضح دى ويت سلسلة تفصيلية من اعتراضات علمية لنظرية إيفريت، والذى كان عليه أن يرد عليها. أنهى دى ويت مناقشته بملحوظة غير رسمية أوضح فيها أنه لا يتصور نفسه "مشقوقا" إلى عديد من النسخ المتمايزة فى كل مرة يتخذ فيها قرار. إيفريت فى رده أعاد صدى ما قاله جاليليو أثناء محاكمته "هل تشعر بأن الأرض تتحرك؟ كان سؤاله - الدال على أن نظرية الكم تشرح لماذا لا يشعر المرء بأنه مشقوق هكذا، هى تماماً مثل نظرية جاليليو عن القصور الذاتى عندما شرحت لماذا لا يشعر المرء بحركة الأرض. وهكذا اضطر دى ويت للإذعان.

ومع ذلك، لم يكتسب اكتشاف إيفريت قبولاً واسعاً. للأسف على مدى الأجيال ما بين كوبنهاجن وإيفريت. أصاب اليأس معظم الفيزيائيين من فكرة التفسير فى النظرية الكمية. وكما قلت كانت ذورة "الوضعية" فى فلسفة العلوم، وأصبح رفض (أو عدم فهم) تأويلات كوبنهاجن بالتوازى مع ما يمكن تسميته "الأداتية البرجماتية"، كليهما معًا يعتبران (ولا يزالان) شكلاً لسلوك النموذج تجاه أعمق النظريات المعروفة لنا عن

الحقيقة. إذ "الأداتية" هى عقيدة أن التفسير لا أهمية له لأن النظرية هى فقط "أداة" لصنع التنبؤات، فإن الأداتية البراجماتية هى التدريب على استخدام النظريات بدون معرفتها أو الاهتمام بماذا تعنيه تلك النظريات، وفى هذا المعنى تولد التشاؤم لدى كُون. ولكن قصة كُون عن كيف يحل "نموذج" محل "نماذج" سبقته لم تولد على الإطلاق. وبمعنى من المعانى أصبحت الأداتية البراجماتية هى نفسها "النموذج" الذى تبناه الفيزيائيون ليحل محل الفكرة التقليدية عن الحقيقة الموضوعية. وكان هذا النموذج الذى يمكن للمرء أن يفهم العالم من خلاله! وعلى أية حال، وأيا كان ما يفعله الفيزيائيون الآخرون فلم تكن لهم نظرة إلى العالم من خلال نموذج الفيزياء التقليدية - والخلاصة، من بين أشياء أخرى، للواقعية الموضوعية والغائية (الجبرية). معظمهم أسقط الفيزياء القديمة بمجرد ظهور مقترح ميكانيكا الكم ولو أنها أحدثت هَزَّة للعالم كله، الذى لم يكن له ما يتحداه منذ انتصار جاليليو فى المناقشة العقلية مع الذين حاكموه قبل حوالى الثلاثة قرون التى خلت.

الأداتية البراجماتية كانت ملائمة فقط لأن نظرية الكم لم يكن لديها طاقة شرح تستوعب معظم فروع الفيزياء. لقد استخدمت بطريقة غير مباشرة فى اختبار النظريات الأخرى، وفقط لأنه كان ثمة حاجة لتنبؤاتها. وأجيال من الفيزيائيين وجدوها كافية لاعتبار عمليات التداخل، مثل التى تحدث فى جزء من ألف تريليون من الثانية عندما يتصادم عنصران أوليان مع بعضها، كما لو كانت "صندوق أسود": يرون مدخلاته ويلاحظون مخرجاته. إنهم يستخدمون معادلات نظرية الكم للتنبؤ بالواحد منهما عن الآخر، لكنهم لا يعرفون ولا يهتمون كيف أن المدخلات تخرج كنتيجة للمدخلات. ومع ذلك فثمة فرعان من الفيزياء يستحيل معها مثل هذا السلوك لأن العمل الداخلى لموضوع ميكانيكى كمى هو الذى يؤسس كل المادة/ الموضوع لفرعى الفيزياء هذين. هذان الفرعان هما "نظرية الحوسبة الكمية" و "الكونية الكمية" (النظرية الكمية للحقيقة الفيزيائية ككل) نظرية الحوسبة الكمية ستكون نظرية ضعيفة عندما تحتوى موضوعات

يتضح منها كيف نستخرج المخرجات من المدخلات إما بالنسبة للكونية الكمية فنحن لا نستطيع إعداد مدخلات للتعددية فى البداية، ولا نستطيع فى النهاية قياس أية مخرجات. فعملها الداخلى هو كل ما هو هناك. ولهذا السبب تستخدم نظرية الكم بالكامل من خلال شكل التعددية، وذلك بمعرفة الأغلبية الكاسحة من الباحثين فى هذين المجالين.

وهكذا كانت قصة إيفريت بالطبع تمثل إبداعا من باحث شاب يتحدى به الإجماع السائد، وهى التى تم تجاهلها لعدة عقود تالية، وما جرى من أن نظرته تلك أصبحت هى الإجماع الجديد. ولكن أساسيات إبداع إيفريت لم تكن تدعى أن النظرية السائدة كانت زائفة، وإنما صادقة! وبعيدا عن قابلية التفكير فقط من خلال مصطلحات نظريتهم، فقد استند على رفض هذا وإنما استخدام النظرية على النحو الأداتى. وبعد فقد أسقطوا النموذج التفسيرى السابق، والفيزياء التقليدية مع القليل النادر من الشكاوى، وذلك بمجرد أن أصبحت نظرية جديدة فى متناول اليد.

شىء قريب من هذه الظاهرة الغريبة وقع أيضا للنظريات الثلاثة الأخرى التى تشكل الخيوط الأساسية لتفسير نسيج الحقيقة: نظريات الحوسبة، والتطور، والمعرفة. فى كل هذه الحالات فالنظرية السائدة حاليا، والتى بالتأكيد حلت محل سوالفها وغيرها من النظريات المنافسة؛ بمعنى استخدامها بشكل روتينى وبطرق براجماتية، ولم تفشل برغم ذلك فى أن تصبح هى "النموذج" الجديد بمعنى أنها لم يؤخذ بها على أنها تفسير أساسى للحقيقة بمعرفة هؤلاء الذين يعملون فى المجال.

على سبيل المثال فإنه لم يتم أبدا وبصعوبة الشك جديا فى مبدأ تورنج على أنه صدق براجماتى، على الأقل فى صيغته الضعيفة (مثلا أن كمبيوتر شامل "عالمى" يمكنه محاكاة أى بيئة فيزيائية ممكنة). انتقادات روجر بنروز كانت تمثل استثناء نادرًا حيث فهم أنه من التناقض استخدام مبدأ تورنج فى التفكير جذريًا بشأن النظريات الجديدة فى كل من الفيزياء والمعرفة، وبعض الافتراضات المثيرة فى علم الأحياء أيضا. لا بنروز

ولا أى أحد أخر قد قدم لنا بالفعل وحتى الآن مقترحا ينافس مبدأ تورنج، وهكذا فهو يظل النظرية الأساسية السائدة فى الحوسبة. وبعد فإن مقترح الذكاء الاصطناعى وكونه ممكنًا من حيث المبدأ، والذى أتى من منطق بسيط اشتق من النظرية السائدة، وتم اعتباره بكل الوسائل أمرًا مضمونًا (الذكاء الاصطناعى هو برنامج كمبيوتر له خصائص العقل البشرى بما فيها الذكاء، والوعى، والإرادة الحرة، والعواطف، ويقوم بالعمل على "الهاردوير" بدون العقل البشرى). إمكانية الذكاء البشرى تم اختبارها بمعرفة فلاسفة بارزين (بما فيهم، يا للحسرة، بوبر نفسه) وعلماء ورياضيين، وعلى الأقل أحد علماء الكمبيوتر المشهورين.

ولكن يبدو أن قلة من هؤلاء فهموا أنهم يناقضون ما هو معروف عن المبدأ الأساسى للنظام الأساسى. إنهم لم يتفكروا فى أساس بديل للنظام، كما فعل بنروز. إنهم كما لو كانوا ينكرون أننا نستطيع السفر إلى كوكب المريخ دون ملاحظة أن أحسن نظرياتنا فى الهندسة والفيزياء تقول بأنه يمكننا ذلك. وهكذا انتهكوا مبدأً رئيسيًّا للعقلانية بأن التفسير الجيد لا يطرح جانبًا تنويريًا أو على سبيل المصادفة، ولكن ليس فقط المناوئون للذكاء الاصطناعى هم الذى فشلوا فى توفيق مبدأ تورنج مع نموذجهم. قلة أخرى فعلت ذلك أيضا. وحقيقة أن أربعة عقود قد مرت منذ اقتراح المبدأ قبل أن يقوم أحد بدمج تطبيقاته فى الفيزياء، وعقود أخرى مرت قبل اكتشاف الحوسبة الكمية، هذه الحقيقة كانت شاهدًا على الأمر. قبل الناس المبدأ واستخدامه براجماتيًا فى علم الكمبيوتر، ولكنه لم يُدمج فى نظرتهم الشاملة للعالم.

نظرية المعرفة عند بوبر أصبحت هى النظرية السائدة، وبكل معنى براجماتى، فى طبيعة ونمّو المعرفة العلمية. وعندما نأتى على قواعد التجارب فى أى مجال وقبولها لـ "دليل علمى" بمعرفة المنظِّرين فى المجال، أو بمعرفة المجلات العلمية المحكمة لنشرها، أو بمعرفة الفيزيائيين للاختيار بين العلاجات الطبية المتنافسة، فإن الشعار المرفوع هو كما أراده بوبر: الاختبار العلمى يكشف للنقد، التفسير النظرى، والتعريف بقابلية

الإجراءات التجريبية للخطأ وأنها ليست معصومة. فى الاعتبارات العادية للعلم تتحول النظريات العلمية لتقديمها كحدس جرئ أكثر منه تداخل آت من المعلومات المتراكمة، والفرق بين العلم وقل مثلا الفلك هى مسالة يتم شرحها على نحو صحيح بمصطلحات التذوق أكثر منها مسالة تأكيد أو إثبات. فى المعامل المدرسية يصبح تشكيل الفرضيات والاختبار نظام يومى. لم يعد التلاميذ يتوقعون التعلم من التجربة بمعنى ما كنت ومعاصرىّ نفعل، بمعنى أنهم كانوا يعطوننا بعض الأدوات ويقولون لنا ما الذى نفعله بها، ولكن يقولون لنا إن النظريات التى تتواءم مع ما نصل إليه من نتائج. كان المأمول أن نستنتجها نحن.

وعلى الرغم من أن نظرية بوبر للمعرفة أصبحت سائدة بهذا المعنى فقد شكلت جزءًا من النظرة للعالم بالنسبة لقلة قليلة من الناس. شعبية نظرية كُون عن تعاقب "النماذج" هى خير شاهد على ذلك. وبشكل أكثر جدية فقد وافقت قلة قليلة من الفلاسفة مع بوبر فى دعواه بأنه لم تعد هناك بعد مشكلة استقراء لأننا فى الحقيقة لا نحصل على النظريات أو نقومها من خلال الملاحظة، ولكننا نستمر على الطريق من خلال الحدوس الشارحة والرفض بدلا من الملاحظة. ليس لأن كثيرًا من الفلاسفة يعتبرون استقرائيين، أو لديهم الكثير من عدم القبول لوصف بوبر وما له من تقادم بالنسبة للطريقة العلمية أو لاعتبارهم بأن النظريات العلمية بالفعل ليست مسموعة بسبب موقفها الحدسى. ولكن لأنهم يرفضون شروح بوبر لكيف تعمل جميعا. هنا مرة أخرى نجد صدى لقصة إيفريت. نظرة الغالبية أن هناك مشكلة فلسفية أساسية فى الأسلوب البوبرى، حتى ولو أن العلم (عندما يكون ناجحا) قد اتبعه دائما. الإبداع الموروث لبوبر أخذ شكل الادعاء بأن الأسلوبية صالحة على طول الخط. نظرية التطور لداروين هى الأخرى النظرية السائدة فى مجالها، بمعنى أنه لا أحد يشك بجدية أن التطور من خلال الانتقاء الطبيعى يعمل فى التجمعات بطريقة عشوائية تنوعيًا، أو فى أصل الأنواع أو التكيف عمومًا. ليس من بيولوجى أو فيلسوف جاء ينسب أصل

الأنواع للخلق المقدس أو للتطور اللاماركى (نسبة إلى لامارك[*] Lamark). اللاماركية نظرية فى التطور أبطلتها الداروينية. وهى النظرية التى تنسب التطور البيولوجى إلى السمات الموروثة التى كافحت من أجلها الأعضاء الحيوية واكتسبتها أثناء حياتها). وبعد، بالضبط كما مع الخيوط الثلاثة الأخرى، النظر بموضوعية للداروينية النقية كتفسير لظاهرة المحيط الحيوى، متعدد الأوجه وواسع الانتشار.

وواحدة من مستويات هذه النظرة تركز على السؤال عما إذا كان فى تاريخ المحيط الحيوى ثمة وقت كاف لمثل هذا التعقيد الهائل لكى يظهر من خلال الاختيار الطبيعى وحده. ليس ثمة نظرية منافسة استطاعت أن تتقدم فى تجسيد مثل هذه الموضوعية، فيما عدا الفكرة المفهومة التى قدمها مؤخرا الفلكيان فريد هويل[**] Fred Hoyl وشاندرا ويكرا ماسنغى Chandra Wickramasinghe، من أن التعقيد الجزيئى الذى تقوم عليه الحياة يرجع لأصول من الفضاء الخارجى. ولكن النقطة الرئيسية فى

(*) جين لامارك Lamark Jean (١٧٤٤ - ١٨٢٩) بيولوجى فرنسى معروف بفكرته التى سُميت "اللاماركيزم" والتى تقول بأن السمات المكتسبة قابلة لأن تُورث وهى ذات الفكرة التى ناقشها تشارلز دارون Charles Darwin فيما بعد - وثمة نقص فى المعلومات عن كتاباته باعتباره من السابقين على دارون مثل "هـ. بيتلى جلاس"، و"آو. تيمكن"، و"دبليو .إل ستراوس" وأشباههم، وإن كانت توجد تراجم هامة لكتابات لامارك مثل "فلسفة الحياة الحيوانية" "Zooligical Philosophy" بمعرفة هوج إيليوت Hugh Eliot عام ١٩١٤ وأعيد طبعه عام ١٩٦٣ و"المائيات" "Hydrogeology" وهو العلم الذى يهتم بظواهر المياه وتنوعها فوق الأرض وفى التربة وتحت الصخور وفى الجو وذلك بمعرفة "ألبرت فى. كاروزى" Albert V. Carozzi، والذى ظهر عام ١٩٦٤ - ومن المعروف أيضًا أنه أصيب بالعمى وأنه مات فقيرًا. (المترجم)

(**) فريد هويل Fred Hoyl Sir (١٩١٥ - ...) فلكى ورياضى إنجليزى كثيرًا ما كتب عن الخيال العلمى كما كتب القصص القصيرة والمقالات والمسرحيات، وكان أكثر ما يعرف به هو دفاعه المستمر وتأييده لنظرية استقرار حالة الكون والتى تقول بأن الكون يتمدّد بالفعل وأن المادة تُخلق باستمرار لتحفظ متوسط كثافة المادة فى الفضاء المستمر المتواصل، ومن مؤلفاته "طبيعة الكون" فى ١٩٥١، و"تخوم الفلك" فى ١٩٥٥، و"الفلك والكونيات" فى ١٩٥٧، و"الوجوه العشرة للكون" فى ١٩٧٧، و"الثلج" فى ١٩٨١ . (المترجم)

هذه الموضوعية لا تتعارض كثيرا مع النموذج الدارويني بأكثر من الادعاء بأن هناك بعض ما هو أساسي يبقى بدون تفسير فيما يتعلق بأن ما نلحظه من تكيف فى المحيط الحيوى، كيف نفسر وجوده.

ولقد أُنتقدت الداروينية على أنها "دائرية" لما تعلنه من أن "البقاء للأصلح" كتفسير، بينما الأصلح يتم تعريفه بطريقة استعادية للماضى، على أنهم (هؤلاء الأصلح) قد عاشوا بالفعل من قبل. وبدلا من ذلك بمصطلحات التعريف المستقل لـ "الأصلح" فإن فكرة أن التطور يفضل "الأصلح" تبدو وكأنها متناقضة مع الحقائق. على سبيل المثال فإن أكثر التعاريف حدسية للأصلح بيولويجيا سيكون: "الأصلح" من الأنواع للبقاء فى "كوة" معينة، بمعنى أن النمر هو الآلة الأمثل التى تشغل "الكوة" التى تشغلها النمور. الأمثلة النموذجية المعاكسة لهذا النوع من "بقاء الأصلح" هى التكيّفات مثل: ذيل الطاوس، الذى يبدو أنه يجعل العضو أقل تلاؤما فى استغلال الكوة التى يشغلها. مثل هذه الموضوعيات تبدو أنها تقلل من قابلية نظرية داروين لملاءمة أغراضها الجذرية، (التكيف مثلا) والتى تشرح أن التصميم الواضح فى العناصر الحية يمكن أن يكون قد أتى للوجود، من خلال عمليات قوانين فيزياء عمياء على مادة غير حية دون تدخل من مصمم غائى.

إبداع ريتشارد داوكنز Richard Dawkins الذى وضعه فى كتابه "الجين الأنانى وصانع الساعات الأعمى" "The Blind Watchmaker" و "The Selfish Gene" هو دعوى مرة أخرى لصحة النظرية الغالبة. لقد ناقش أنه لا واحدة من الموضوعيات السائدة فى فهم النموذج الدارويني تتحول، من خلال البحث المتئد أو الحذر، لأن تصبح ذات جوهر. وبكلمات أخرى فإن دعوى داوكنز أن نظرية داروين عن التطور لا تمدنا بتفسير كامل على أصل تكيف الأنواع البيولوجية. داوكنز يُفصّل أو يُحكّم نظرية داروين فى شكلها الحديث كنظرية فى "إعادة النسخ". الناسخ الصالح هو الذى يجيد إعادة نسخ نفسه فى بيئة معينة، وهو الذى أخيرا يحل محل كل أنواعه، لأنهم،

وبالتعريف، هم الأكفاء الذين يستحقون جعل أنفسهم يعاد نسخها. ليست الأنواع الصالحة هى التى تبقى (دارون لم يتعرف على ذلك بالضبط) ولكن أنواع الجينات الصالحة هى التى تبقى. أحد النتائج التى تتلو ذلك هى أنه أحيانًا قد يقوم الجين بإزاحة أو عزل جينات أخرى (مثل جينات ذيول أقل إرهاقا فى الطواويس) بوسائل (مثل الانتقاء الجنسى) التى لا تعزِّز بصفة خاصة الأصلح (مثل ما فى إعادة النسخ) من أحسن الجينات التى تعيد نسخ ذواتها. ومن هنا جاء مصطلح "الجين الأنانى". فصّل داوكنز كل الموضوعيات ووضح أن نظرية دارون كانت تأويلاً صحيحًا، وأنها لا تشتمل على أية صدوع يجرى الحديث عنها، وأنها بالفعل فسّرت أصل "التكيف".

إنها بالذات وجهة نظر داوكنز فى الداروينية التى أصبحت النظرية الغالبة فى التطور بالمعنى البراجماتى. ومع ذلك تظل بكل المعانى "النموذج" الغالب. كثير من البيولوجيين والفلاسفة تنتابهم أفكار بأن ثمة فجوة فى هذا التفسير، على سبيل المثال ويمثل ما ذهبت إليه نظرية كون فى "التثوير العلمى" وتحدياتها للصورة البوبرية للعلم، ثمة نظرية تطور ذات صلة تتحدى صورة داوكنز عن التطور. وهى نظرية "التوازن المتقطع punctuated equilibrium" التى تقول بأن التطور يحدث فى شكل تفجرات قصيرة فيما بين فترات طويلة من التغيرات غير الانتقائية بين كل تفجر وآخر. هذه النظرية قد تبدو حتى كحقيقة صحيحة. إنها لا تتناقص مع نظرية "الجين الأنانى" بأكثر مما تتعارض نظرية المعرفة البوبرية مع اقتراح أن الثورات المفهومة لا تقع كل يوم، أو أن العلماء دوما ما يقاومون الإبداعات الرئيسية. ولكن بالضبط كما حدث مع نظرية كون، فإن الطريقة التى قدمت بها نظرية "التوازن المتقاطع"، وكل سيناريوهات الثورات النوعية الأخرى، كحل للمشاكل المزعوم إغفالها أو عدم الانتباه لها فى النظرية الثورية الغالبة، تكشف إلى أى مدى لم يتم بعد استيعاب قوة التفسير فى نظرية داوكنز.

لم تزل بعد نتيجة سيئة الحظ لكل "الخيوط الأربعة" وهى أن النظريات الغالبة قد تم رفضها كتفسير بدون وجود تفسير تنافسى جاد استطاع أن يصبح سائدًا. ذلك أن مناصرى النظريات الغالبة - بوبر، تورنج، إيفريت، داوكنز وكل ما قدموه من دعم، قد وجدوا أنفسهم فى حالة دفاع ضد النظريات المهجورة. التحدِّى بين بوبر ومعظم ناقديه وكما قلت فى الفصلين الثالث والسابع كان يدور بفاعلية حول الاستقراء. تورنج قضى السنوات الأخيرة الفاعلة فى حياته مدافعا عن الاقتراح القائل بأن الفعل البشرى لا يعمل بواسطة قوى طبيعية فائقة القدرة، كما ترك إيفريت البحث العلمى عندما لم يصل إلى أى طريق ولعدة سنوات لم يتم إبراز نظرية "التعددية" كنظرية قائدة إلا بمعرفة بريس دى ويت منفردًا حتى حدث تقدم فى الكونية الكمية خلال السبعينات من القرن الماضى، والتى أجبرت الآخرين على القبول البراجماتى لها فى المجال. ولكن مناصرى نظرية التعددية كتفسير نادرًا ما وجدوا تفسيرات منافسة. (نظرية دافيد بوهم التى أشرت إليها فى الفصل الرابع تمثل استثناء) وبدلاً من ذلك وكما لاحظ مرة الكونى دينيس سكياما Dennis Sciama عندما تأتى المسألة إلى تأويل ميكانيكا الكم فإن معيارية المناقشة تصل فجأة إلى الصفر. مناصروا نظرية تعدد الأكوان واجهوا تمامًا غواية جزئية وغير هيابة لكنها كئيبة وغير متماسكة لتأويلات كوبنهاجن والتى يصعب حاليًا العثور على من يظل معتقدًا فيها وأخيرًا داوكنز الذى أصبح إلى حد ما المدافع العام عن العقلانية العلمية ضد الخلق من بين كل الأشياء، وبصفة أكثر عمومية ضد النظرة إلى العالم قبل العلمية والتى تمت هجرتها منذ جاليليو.

والمزعج حقا فى ذلك أنه طالما أن المناصرين لأحسن نظرياتنا التى تشكل نسيج الحقيقة عليهم أن ينفقوا طاقاتهم العقلية فى الرفض الذى لا طائل وراءه وإعادة رفض نظريات تم تبيان زيفها منذ مدة طويلة، فإن حالة أعمق معارفنا لا يمكنها أن تحقق تقدمًا. كل من تورنج وإيفريت قد اكتشفا بسهولة النظرية الكمية للحوسبة. واستطاع بوبر أن يفصّل نظرية التفسير العلمى (وبعدالة لا بد أن أعترف هنا بأنه فهم وفند

بعض الصلات بين نظرية المعرفة ونظرية التطور). واستطاع داوكنز على سبيل المثال أن يكون متقدما فى نظريته فى تطور أفكار النسخ (المِمّات mems) .

النظرية الموحدة لنسيج الحقيقة والتى هى موضوع هذا الكتاب وعلى أكثر المستويات وضوحا واستقامة هى مجرد تجميع النظريات الغالبة الأربعة والأساسية فى مجالاتها. وبهذا المعنى فهى النظريات الغالبة فى هذه المجالات الأربعة عندما تؤخذ ككل. حتى بعض الصلات بين الخيوط الأربعة أصبحت معروفة على نحو واسع والفرضية التى أطرحها هنا إذن تأخذ شكل "النظرية الغالبة صادقة بعد كل شىء" أنا لست أعلن فقط أخذ كل من النظريات الأساسية مأخذ الجد كتفسير للمادة/ الموضوع لها، ولكننى أناقش أن أخذهم معا سيمدنا بمستوى جديد من التفسير لنسيج موحد للحقيقة.

وقد ناقشت أن أيًا من الخيوط الأربعة لا يمكن فهمه بدقة منفردًا أو مستقلاً عن الثلاثة الأخرى ربما يكون هذا هو المفتاح للسبب فى أن هذه النظريات الأربعة لم تصادف التصديق بها أو الاعتقاد فيها. كل من التفسيرات الأربعة منفردا شارك الأخريات فى خاصية غير جذابة حيث تنوع النقد الموجه لها بين "مثالية" و"غير واقعية" و"ضيقة" و"غير ناضجة" وأيضًا "باردة" و"ميكانيكية" و"ينقصها الحس الإنسانى" أعتقد أن هناك بعض الحقيقة فى الشعور الشجاع وراء مثل هذا النقد على سبيل المثال أن بين هؤلاء من ينكرون إمكانية الذكاء الصناعى ويجدون أنفسهم من ناحية الأثر ينكرون أن الدماغ شىء فيزيائى، وقلة يحاولون حقيقة التعبير عن نقد أكثر معقولية: إن تفسير تورنج للحوسبة يبدو أنه لا يدع مجالاً حتى من حيث المبدأ لأى تفسير مستقبلى بمصطلحات الفيزياء لمساهمة عقلية مثل الوعى والإرادة الحرة وليس جيدا كفاية أن يرد المتحمسين للذكاء الصناعى بفظاظة بأن مبدأ تورنج يضمن أن الكمبيوتر يستطيع أى شىء يمكن للعقل أن يفعله. هذا بالطبع حقيقى ولكنها إجابة تستخدم مصطلحات التنبؤ والمشكلة أو المعضلة هى جزء من التفسير. ثمة فجوه تفسيرية.

وأعتقد أنه يمكن ملء هذه الفجوة بدون استحضار الثلاثة خيوط الأخرى الآن وكما قلت سابقًا تخمينى هو أن العقل البشرى هو كمبيوتر تقليدى وليس كمبيوتر كمى، ولذا فأنا لا أتوقع أن يكون تفسير الوعى من أى نوع من ظاهرة الحوسبة الكمية. ومع ذلك أتوقع أن التوحيد بين الحوسبة ونظرية الكم وربما التوحيد الأعرض لكل الخيوط الأربعة ليكون أساسيا للتقدم الفلسفى الأساسى الذى يجعل فهم الوعى سيفيض علينا ذات يوم. ومخافة أن يجد القارئ فى هذا تناقضًا دعنى أستحضر مشابهة لمشكلة مماثلة من عصور مبكرة "ما الحياة؟". هذه المشكلة قام داروين بحلها. وروح ذاك الحل هى فكرة أن التعقيد والغائية الواضحة للتصميم البادية على الأعضاء الحية، لم يتم بناؤها فى الواقع أو الحقيقة منذ البداية، ولكنها نتيجة انبثاقية لعمليات قوانين الفيزياء. قوانين الفيزياء لم تنتدب بصفة خاصة أشكال الفيلة والطواويس بأى طريقة أكثر مما فعل "الخالق". إنهم لا يقيمون أى مرجعية للمخرجات، خاصة الانبثاقى منها، وإنهم فقط يحددون القواعد التى تخضع لها الذرات ومثلها "التعقيد". الآن هذا المفهوم لقانون الطبيعة كمجموعة قوانين الحركة قد أصبح مؤخرًا قريب الصلة. وأعتقد أنه يمكن أن ينسب لجاليليو بصفة خاصة، وإلى حد ما لنيوتن. كان المفهوم السابق لقانون الطبيعة يقصد به القاعدة التى تقرر ماذا يحدث والمثال على ذلك هى قوانين جوهان كبلر Jo-hannes kepler عن حركة الكواكب، التى تصف أن الكواكب تتحرك فى مدارات فى شكل القطع الناقص. وهى تتوافق مع قوانين نيوتن التى هى قوانين فيزيائية بالمعنى الحديث. إنها لم تشر إلى أى قطع ناقص ولو أنها أعادت إنتاج توقعات كبلر وصححتها تحت الظروف الملائمة. لم يستطع أحد أن يفسر ما هى الحياة فى ظل مفهوم كبلر عن "قانون الفيزياء" لأنهم كانوا سينظرون ويبحثون عن قانون ينتدب الأفيال بنفس الطريقة التى انتدبت بها قوانين كبلر القطع الناقص ولكن داروين كان قادرا على التعجب إزاء كيفية عدم ذكر قوانين طبيعة للأفيال تجعل القوانين ذاتها تنتجهم تماما كما أنتجت قوانين نيوتن القطع الناقص. وبرغم أن نيوتن لم يستخدم أيا من قوانين كبلر فما كان لاكتشافه أن يكون مفهوما دون النظرة للعالم التى توضح تلك

القوانين. هذا هو المعنى الذى أتوقع من خلاله حل معضلة لماذا للوعى أن يعتمد على نظرية الكم. لن يتوسل بأية عمليات ميكانيكية كمية خاصة، بل سيعتمد بحسم على الميكانيكا الكمية، وبصفة خاصة على الأكوان المتعددة كصورة للعالم.

ما هو دليلى على ذلك؟ لقد قدمت بعضًا منه فى الفصل الثامن عندما ناقشت النظرة التعددية للمعرفة. ولو أننا لا نعرف ما هو الوعى، فمن الواضح علاقته الصريحة بنمو وتجسد المعرفة فى الدماغ. لا يبدو متشابها إذن أننا سوف نكون قادرين على تفسير ما هو الوعى كعملية فيزيائية قبل أن نعرّف المعرفة بمصطلحات فيزيائية. كان مثل هذا التفسير مراوغًا ومحيرًا فى النظرية التقليدية للحوسبة ولكن كما شرحت فى نظرية الكم ثمة أساس جيد للحل. المعرفة يمكن أن تفهم كتعقيد والذى يمتد عبر عدد كبير من الأكوان.

وهناك مساهمة عقلية ذات صلة إلى حد ما بالوعى وهى الإرادة الحرة. الإرادة الحرة هى الأخرى تحوز سمعة سيئة فى صعوبة فهمها فى ظل صورة العالم التقليدية. الصعوبة فى إحداث الصلح بين الإرادة الحرة وبين الفيزياء عادة ما تنسب إلى الغائية (الجبرية) ولكن الغائية ليست هى الخطأ. هو (وكما شرحت فى الفصل ١١) الزمكان التقليدى. فى الزمكان ثمة ما يحدث لى فى لحظة معينة من مستقبلى حتى ولو أن ما سيحدث هو من غير المتنبأ به، فهو بالفعل هناك، فى المقطع العرضى الملائم من الزمكان. وحديثى عن تغيير ما سيحدث فى هذا المقطع العرضى سيكون بلا معنى. الزمكان لا يستطيع ومن ثم أنا لا أستطيع أيضًا، ومع فيزياء الزمكان لا أستطيع تصور أو تخيل السبب، والأثر، ولا انفتاح المستقبل أو الإرادة الحرة.

هكذا بإحلال عدم الغائية (العشوائية) محل القوانين الغائية للحركة سوف يجعلنا لا نفعل شيئًا لحل مشكلة الإرادة الحرة طالما بقيت القوانين تقليدية. الحرية لا علاقة لها بالعشوائية. نحن نقيم وزنًا لإرادتنا الحرة كقدرة على التعبير، من خلال تصرفاتنا،

عن من نكون كأفراد. من الذى سيقيم وزنًا لأن نكون مجرد عشوائية؟ ما الذى نفكر فيه على أن تصرفاتنا الحرة ليست هى العشوائية أو غير غائية بل تلك الغائية على مدى واسع بمعرفة ما نكون عليه، وما الذى نفكر فيه، وما هو الموضوع أساسًا (ولو أنها غائية على مدى واسع، فهى قد تكون غير متنبأ بها على مدى واسع فى الواقع العملى لأسباب تعود لـ "التعقيد").

خذ فى اعتبارك هذه العبارة النموذجية التى تشير إلى الإرادة الحرة: "بعد تفكير حذر اخترت أن أقوم بالعمل X ولم أكن لأختار غيره إنه الاختيار الصائب أنا أجيد اتخاذ مثل هذه القرارات". فى ظل أى صورة تقليدية فى العالم ستكون هذه العبارة بدون معنى تمامًا. فى صورة التعددية سيكون تجسيد فيزيائى واضح كما يظهر فى القائمة/ الشكل (١٣-١) أنا هنا لا أقترح تعريفًا أخلاقيًا أو جماليًا فى مصطلحات هذا التجسيد، أنا فقط أريد أن أشير إلى أنه على سبيل الشكر لسمة التعددية فى الحقيقة الكمية، فإن الإرادة الحرة والمفاهيم ذات الصلة قد أصبحت الآن متناغمة مع الفيزياء.

وهكذا فإن مفهوم تورنج عن الحوسبة يبدو أقل من حيث عدم اتصاله بالقيم البشرية، وليس ثمة عوائق لفهم الخواص البشرية كالإرادة الحرة، بالإضافة إلى أنها مفهومة فى ظل متعدد الأكوان. نفس المثال يبرئ نظرية إيفريت نفسها، على السطح فيها ثمة فهم لظاهرة التداخل هو أن تنشئ أو تفاقم خطورة عديد من المعضلات الفلسفية. ولكن هنا وفى كثير من الأمثلة التى أعطيتها فى هذا الكتاب نرى أن الحالة هى العكس. إن إثمار نظرية التعددية كخصيصة للحل لعديد من المشكلات الفلسفية التى ظلت طويلاً بدون حل، هذه الثمار عظيمة لدرجة استحقاقها لأن نتبناها ولو لم يقم عليها دليل فيزيائى على الإطلاق. بالطبع فقد ادعى الفيلسوف دافيد لويس-David Lewis فى كتابة عن تعدد العوالم On the plurality of worlds بوجود التعدية لأسباب فلسفية فقط.

بعد تفكير حذر اخترت أن أفعل "X"	بعد تفكير حذر بعض النسخ منى (متضمنة المتحدث نفسه) اختارت أن تفعل "x"
لم أستطيع أن أختار شيئًا آخر	بعض النسخ منى اختارت شيئًا آخرًا
لقد كان القرار الصحيح	تُمثل القيم الأخلاقية والفنية (الجمالية) والتى انعكست فى خيارى X قد تكررت بشكل كبير فى متعدد الأكوان أكثر من غيرها من الخيارات الأخرى المنافسة لها.
لقد كنت صائبًا فى اتخاذ هذا القرار	النسخ منى التى اختارت X وتلك التى اتخذت نفس القرار الصحيح فى مثل هذه المواقف: تفوق عدديًا تلك التى لم تفعل ذلك.

قائمة (١٣-١) تمثيل فيزيائى لبعض العبارات التى تشير إلى الإرادة الحرة

فى التحول مرة أخرى لنظرية التطور يمكننى أن أنسب نفس المعنى لهؤلاء الذين انتقدوا التطور الداروينى على أرضية أن من غير المتفق مع خصائص مثل هذا التكيف المعقد يمكن أن يظهر أو يبرز فى وقت معين. كما أن واحدا من نقاد داوكنز أراد أن يندهش من المحيط الحيوى كما نفعل لو أن كومة من قطع الغيار قد قُذف بها جميعًا بحيث تسقط على نموذج طائرة بوينج ٧٤٧ . على السطح من ذلك أن هذا النقد يقيم مشابهة جبرية بين: على جانب منها بلايين السنين من المحاولات الواسعة للكواكب فى الخطأ، وعلى الجانب الآخر الوقوع الفورى "لسقوط هذه الكومة دفعة واحدة" سيكون هذا مبدأً أساسيًا لافتقاد النقطة كلها أو الهدف من التفسير التطورى. ومع ذلك هل

كان موقع داوكنز المضاد كاف تمامًا كتفسير؟ لقد أراد داوكنز ألا نندهش من أن هذا التكيف المعقد قد ظهر للوجود بشكل عفوى، وبكلمات أخرى فقد ادعى أن نظريته عن الجين الأنانى هى تفسير كامل ليس فى مجرى تكيف معين ولكن كيف يمكن لمثل هذا التكيف المعقد أن يحوز صفة الوجود.

ولكنه ليس تفسيرًا كاملاً. ثمة فجوة تفسيرية ونحن نعرف الآن أكثر كثيرا كيف للخيوط الأخرى أن تملأها. لقد رأينا حقيقة أن التنوعات الفيزيائية يمكنها تخزين المعلومات، يمكنها أن تتفاعل مع بعضها لكى تنقل هذه المعلومات أو إعادة نسخها، وأن هذه العمليات مستقرة، وكلها تعتمد على تفاصيل نظرية الكم. والأكثر من ذلك أننا رأينا أن وجود معيدى النسخ المتكيفين بشدة يعتمد على الملاءمة الفيزيائية لجيل الحقيقة التقديرية والعالمية، والتى يمكن فهمها كنتيجة لمبدأ عميق، مبدأ تورنج، الذى يربط بين الفيزياء ونظرية الحوسبة، والذى لا يشير بوضوح لمعيدى النسخ أو التطور أو البيولوجيا على الإطلاق.

وهناك فجوة مشابهة فى نظرية المعرفة البوبرية. حيث إن نقادها تعجبوا كيف للأسلوب العلمى أن يعمل، أو ما الذى يقوّم اعتمادنا على النظريات الأحسن. وهذا قادهم إلى التوق الشديد إلى مبدأ الاستقراء أو شىء من هذا النوع (ولو إنه بالنسبة للاستقرائيين الملغزين، فإنهم عادة ما يدركون أن مثل هذا المبدأ لا يشرح ولا يقوّم أى شىء أيضًا). وبالنسبة للبوبريين للرد على ذلك فقد قالوا بأنه ليس ثمة شىء اسمه "التقويم"، أو أنه ليس على سبيل العقلانية الاعتماد على النظريات ما لم تمدنا بالتفسير. وحتى بوبر قال: "ليس ثمة نظرية للمعرفة تطمح لأن تشرح لنا لماذا نحن ناجحون فى محاولاتنا لتفسير الأشياء". ("المعرفة الموضوعية" ص ٢٣). ولكن بمجرد فهمنا لأن نمو المعرفة البشرية هو عملية فيزيائية فسوف نرى أنه لا يمكن أن يكون من غير الشرعى أو غير الصحيح أن نفسّر كيف ولماذا حدثت. إنها نظرية واقعية أو حقيقية تلك التى تتعلق بالظروف التى فى ظلها ينمو أو لا ينمو أى كم فيزيائى (المعرفة).

التأكيد الواضح لهذه النظرية مقبول بشكل واسع. ولكنه لا يمكننا العثور على تفسير لماذا هى حقيقية بمعزل عن نظرية المعرفة بذاتها: فى هذا المعنى الضيق كان بوبر على حق. لا بد للشرح أن يشمل الفيزياء الكمية ومبدأ تورنج وكما شدد بوبر، ونظرية التطور.

المناصرون للنظريات الغالبة فى كل من الحالات الأربع كانوا دائما فى حالة دفاع إزاء توق ناقديهم لملء هذه الفجوات التفسيرية. وهذا أجبرهم عادة على التراجع إلى مجرى نظرياتهم. "هنا أقف، ولا أستطيع فعل أى شىء آخر" هذا هو جوابهم الدائم، حيث يعتمدون على الدليل الذاتى غير العقلانى لهجر النظرية الأساسية غير المنافسة فى ميدانهم المعين وهذا يجعلهم ضيقين جدا بالنسبة لناقديهم وهو ما يولد تشاؤما بالنسبة للمشهد فى مزيد من التفسير الأساسى.

على الرغم من كل الأعذار التى قدمتها للنقاد الذى يصبون نقدهم على النظريات المركزية، فإن تاريخ كل الخيوط الأربعة يوضح أن شيئًا سيئًا قد حدث للعلوم الأساسية والفلسفة على مدى معظم القرن العشرين. شبيه "الوضعية" و"الآداتية" فى النظرة للعلم قد تم الوصل بينها وبين صورة ذهنية قليلة الثقة بذاتها ومتشائمة إزاء التفسيرات الذكية فى وقت سادت فيه الوجاهة واللافائدة وبالطبع تمويل للأبحاث الأساسية... كلها جميعًا فى مستواها الأعلى. كانت هناك ثمة استثناءات فردية بما فيهم الأبطال الأربعة فى هذا الفصل. ولكن الأمر الذى لم يسبق له مثيل أن نظرياتهم تكيفت مع ذلك وتم تجاهلهم كأنهم يتحدثون لأنفسهم. وأنا لا أدعى أن لدى تفسير كامل لهذه الظاهرة ومهما كان ما تسببت فيه فيبدو أننا نخرج منها الآن.

لقد أوضحت سببًا واحدًا على طريق المساهمة وأعنى به أن كل نظرية من الأربعة وبشكل منفرد لديها فجوات تفسيرية والتى تجعلهم يبدون كأنهم ضيقون وغير إنسانيين ويدفعون إلى التشاؤم. ولكننى اقترحت بأنه لو تم الأخذ بأربعتهم معا أو مجتمعين كتفسير متحد لنسيج الحقيقة، فإنه يمكن لهذه الخصيصة سيئة الحظ أن

تنعكس أو تتحول. وبعيداً عن إنكار الإرادة الحرة، وبعيداً عن وضع القيم البشرية فى كتيب بحيث يصبحون من نافلة القول أو بدون معنى، وبعيداً عن أن نكون متشائمين، إنها نظرة للعالم أساسية ومتفائلة تلك التى تضع العقول البشرية فى قلب الكون الفيزيائى وتضع التفسير والفهم فى مركز الأهداف البشرية. وآمل ألا نقضى وقتًا طويلاً فى النظر للخلف للدفاع عن هذه النظرة المتحدة فى ظل عدم وجود نظرات منافسة لها. لن يكون هناك نقص فى المنافسين، عندما نأخذ هذه النظرية المتحدة لنسيج الحقيقة، بشكل جاد وندعمها على نحو أكثر من ذى قبل. إنه الوقت للتحرك إلى الأمام.

اصطلاحات.

النموذج: Paradigm	مجموعة الأفكار التى من خلالها يظن المقتنعون بها أنهم يلاحظون ويشرحون كل شىء طبقًا لخبراتهم فيه. وطبقا لتوماس كون فإن التمسك بمثل هذه النظرة يعمى المرء ويدفعه إلى الالتفات عن نموذج جديد. بحيث يصعب على المرء الخروج من ذلك فالمرء لا يستطيع فهم نموذجين فى وقت واحد.
تأويلات كوبنهاجن لميكانيكا الكم: Copenhagen interpretation of quantum mechanics	هى فكرة لجعل الأمر أكثر سهولة فى تجنب تعقيدات نظرية الكم لطبيعة الحقيقة. فى لحظات الملاحظة فإن المخرجات فى واحد من الأكوان يفترض أنها تكون حقيقية، بينما فى سائر الأكوان الأخرى – حتى تلك التى تساهم فى تلك المخرجات – يصبح الأمر على نحو آخر كما لو كان غير موجود. وفى ظل هذه النظرة ليس مسموحا للمرء أن يسأل عما يحدث فى الحقيقة فيما بين الملاحظات الواعية.

الخلاصة :

التـواريخ العـاقلة للنظريات الأسـاسـيـة للخـيـوط الأربعـة تشـتـمل على توازنات ملحـوظة. أربعـتـهم تم قـبـوله فى وقت واحـد (للاسـتـخـدام العـملى) كـما تم تجـاهلهم (كتفسير للحـقيقة). وسبب واحد لذلك يتمثل فى أنه تم الأخذ بكل منهم منفردة وكل منها لديه فجوات تفسيرية، بحيث تبدو باردة وتدعو للتشاؤم. لتأسيس نظرة للعالم بناء على أى منهـا منفردة فإن ذلك من شـأنه وعلـى نحـو تعميمـى أن يؤدى إلى الإنقاص reductionist بينما لو تم الأخذ بهن مجتمعات معا كتفسير متحد لنسيج الحقيقة فإن الأمر لن يستمر كذلك.

ماذا بعد؟

الفصل الرابع عشر

نهايات الكون

"ولو أن التاريخ لا معنى له فإننا نستطيع أن نعطيه المعنى"

كارل بوبر فى كتابه "المجتمع المفتوح وأعداؤه"

Open society and its Enemies

عندما كنت فى مجرى بحثى عن أسس أو جذريات ميكانيكا الكم كنت منتبهاً فى البداية إلى الروابط بين فيزياء الكم والحوسبة ونظرية المعرفة، ونظرت إلى هذه الروابط كأدلة على الاتجاه التاريخى لأن تبتلع الفيزياء موضوعات بدت فى السابق كأنها لا صله لها بها. على سبيل المثال فإن الفلك كان يرتبط بفيزياء المحيط الأرضى أو الدنيوى أو المرتبط بساكنى الأرض، وذلك بواسطة قوانين نيوتن، ولعدة قرون بعدها ذاب أغلبها لتصبح فيزياء الفلك. وبدأت الكيمياء تصبح خلاصة أو ذروة الفيزياء بواسطة اكتشافات فاراداى فى الكيمياء الكهربية، وقدمت نظرية الكم جزءاً ملحوظاً فى الكيمياء الأساسية التى تم التنبؤ بها مباشرة عبر قوانين الفيزياء وحدها. وابتلعت النظرية العامة للنسبية لأينشتاين الهندسة فى جعبتها، واستطاعت بذلك إنقاذ كل من الكونية ونظرية الزمن من حالتها السابقة التى تلخصت فى الفلسفة المحضة ودمجتها بالكامل كفروع للفيزياء. ومؤخراً، كما أسلفت، أدمجت بدورها نظرية ارتحال الزمن.

وهكذا حوى المشهد المتقدم لفيزياء الكم ليس فقط نظرية الكم، ولكن أيضاً – من بين كل الأشياء – نظرية البرهان التى كان لها اسم بديل هو ما وراء الرياضيات Meta- mathematic والاسمان يبدوان لى كدليل على الاتجاهين: أولا أن المعرفة البشرية ككل كانت مستمرة فى سعيها للوصول إلى بناء وحدوى تطمح فى أن يكون مفهوماً بالمعنى القوى للفهم كما آمل فيه. وثانيا: أن البناء الوحدوى ذاك سوف يشتمل على أعرض وأعمق نظرية عن الفيزياء الأساسية.

سيعرف القارئ أننى قد غيرت رأيى عن النقطة الثانية. سمات نسيج الحقيقة الذى أقترحه الآن ليس عن الفيزياء الأساسية وحدها. وعلى سبيل المثال فإن نظرية الكم للحوسبة لم تؤسس على استنباط المبادئ الخاصة بالحوسبة من فيزياء الكم وحدها وإنما شملت مبدأ تورنج الذى كان يحمل بالفعل مسمى حدس تشرش/ تورينج Turing/ church كأساس لنظرية الحوسبة. ولم تستخدم أبدا فى مجال الفيزياء، ولكننى ناقشت كيف لكى نفهمها جيدا فمن الواجب اعتبارها كمبدأ فى الفيزياء. إنها تتساوى مع مبدأ حفظ الطاقة والقوانين الأخرى للديناميكا الحرارية بمعنى أنه فى حدود أقصى معارفنا تمثل اضطرارًا أو كبحًا تتطابق معه باقى النظريات. ولكن على غير ما هى عليه القوانين القائمة للفيزياء، فإن له سمة انبثاقية تشير مباشرة لخواص الماكينات أو الآلات المعقدة وبالتالى إلى العمليات والموضوعات دون الذرية (ومن القابل للمناقشة فى ذلك القانون الثانى للديناميكا الحرارية - مبدأ انتشار الطاقة ومعامل قياسه - وكلاهما له نفس السمة).

وبالمثل لو فهمنا المعرفة والتكيف كبناء يمتد عبر عدد كبير من الأكوان، فسنتوقع أن مبادئ نظرية المعرفة والتطور سيكونان قابلين للتعبير عنهما مباشرة كقوانين لبناء متعدد الأكوان. بمعنى أنهما قوانين فيزيائية، ولكن عند مستوى معين من الانبثاق ولعلنى أعترف أن نظرية التعقيد الكمية لم تصل بعد للحد الذى يمكن معه التعبير بمصطلحات فيزيائية عن مقترح أن المعرفة يمكنها أن تنمو فقط فى حالة تتطابق فيها مع النموذج الذى قدمه بوبر والموضح فى الشكل (٣ - ٣). ولكن هذا نوع من المقترحات أتوقع ظهوره فى النظرية الوليدة "نظرية كل شىء": نظرية التفسير الشامل والتنبؤى لكل الخيوط الأربعة.

وبما أن الأمر كذلك، فإن مشهد أن فيزياء الكم تبتلع باقى الخيوط، يجب النظر إليه على أنه مجرد مشهد فيزيائى ضيق ربما شابه التلويث أو الإفساد عبر الإنقاص reductionism . بالطبع لأن كلاً من الخيوط الثلاثة الأخرى تبلغ من الثراء درجة تكفى

لأن يشكل بعض الناس نظرتهم للعالم بنفس الطريقة التى تفعلها به الفيزياء الأساسية. وقد فكر ريتشارد داوكنز مرة بقوله. إذا استطاعت مخلوقات فضائية متفوقة أن تزور الأرض، فإن أول سؤال سيتبادر إليهم هو (هل اكتشفوا التطور بعد؟). كما وافق فلاسفة كثيرون مع رينيه ديكارت **Rene Descartes** على أن نظرية المعرفة هى التى تحدد كل أنواع المعارف الأخرى وأن شيئا مثل جدليته "**cogito ergo sum**"(*) هى التفسير الجذرى الذى لدينا. وكثير من علماء الكمبيوتر تأثروا بالاكتشافات المؤخرة عن الصلات بين الفيزياء والحوسبة لدرجة أنهم استنتجوا أن الكون هو كمبيوتر، وأن قوانين الفيزياء هى البرنامج الذى يعرضه الكمبيوتر. ولكن كل هذه مشاهد ضيقة ومراوغة حتى، بشأن النسيج الحقيقى للحقيقة. ومن الناحية الموضوعية فإن التركيب الجديد له سمته الخاصة به، والتى تختلف جوهريًا عن كل الخيوط الأربعة التى يوحدها.

على سبيل المثال فقد لاحظت أن النظريات الأساسية التى تمثل الخيوط الأربعة قد تم نقدها، وفى جزء من النقد كان الهدف هو تقويمها، وشمل النقد "عدم النضج" وأنها "ضيقة" أو "فاترة" وهكذا... وكان ذلك من قبل الفيزيائيين أتباع الإنقاص مثل ستيفن هوكنج **Stephen Howking** حين يقول "الجنس البشرى هو مجرد نفاية كيميائية لا أهمية فيزيوفلكية لها". ومن جانبه فكر ستيفن وينبرج **Steven Weinberg** "كلما بدا الكون أنه أكثر قابلية للفهم كلما بدا تافهًا أو كليلاً، ولكن إن لم يكن ثمة عزاء لما تثمره بحوثنا، فهناك عزاء لنا فى البحوث ذاتها" فى كتابة دقائق الثلاثة الأولى **The first**

(*) "cogito ergo sum" هو الكوجيتو الديكارتى "أنا أفكر أنا إذن موجود" وأول من صكه رينيه ديكارت Rene Descartes باعتباره الخطوة الأولى للحصول على المعرفة المعينة. وهى العبارة التى اجتازت اختبار فلسفته الشكية، لأنه لو أن شيئًا موجودًا حاول أن يخدعنى فلا بد أن أكون موجودًا لكى يخدعنى. (المترجم)

three minutes ص ١٥٤ . ولكن أى من غير المتورطين فى الفيزياء الأساسية قد يتعجب لماذا؟

بالنسبة للحوسبة فقد لاحظ عالم الكمبيوتر توماسو توفولى(*) Thomosso tolfoli "أننا لا نقوم بالحوسبة، إنما نتعثر فقط فى طريق الحوسبة التى هى جارية بالفعل". بالنسبة له لم تكن هذه المقولة معبرة عن صرخة يأس وإنما على العكس. وإنما نقاد النظرة الكمبيوترية للعالم لم يشاءوا أن يروا أنفسهم كأنهم يُجرون برنامج ألّفه آخرون على كمبيوتر لا يخصهم أيضًا. وعلى نحو ضيق استنتجوا نظرية متطورة تعتبر أننا مجرد "عربات" لجيناتنا وممّاتنا لكى تعيد نسخ نفسها، ورفضت أن تعلن عن السؤال لماذا صاغ التطور تحوّلا لإبداع تكّيف معقد مثل هذا، أو أن هذا التكيف المعقد يلعب دورا فى المخطط العام للأشياء. ونفس الأمر بالنسبة للاستقرائيين الملغزين كان نقدهم لنظرية المعرفة البوبرية بأنه بينما تقرر النظرية شروط نمو العلمية، فهى تبدو غير مفسِّرة لماذا تنمو - لماذا تُبدع نظريات تستحق الاستخدام.

وكما شرحت فإن الرد عليهم فى كل حالة يعتمد على إضافة تفسيرات من بعض الخيوط الأخرى. نحن لسنا مجرد "نفاية كيميائية" لأن (مثلاً) السلوك الإجمالى لكوكبنا والنجوم والمجرات يتوقف على كمية فيزيائية طارئة ولكنها أساسية. هى المعرفة فى مثل هذه النفاية. إبداع العلم للمعرفة النافعة وإبداع التطور للتكيف يجب أن يفهما على أنهما انبثاق للتشابه الذاتى الذى تم التعامل معه بمعرفة مبدأ فيزيائى هو مبدأ تورنج وهكذا...

(*) توماسو توفولى Thommaso tofoli أمريكى من أصل إيطالى يعمل أستاذًا للكهرباء وهندسة الكمبيوتر بجامعة بوسطن، حصل على الدكتوراه فى الفيزياء من جامعة روما عام ١٩٦٧، وفى عام ١٩٧٦ حصل على دكتوراه أخرى فى الحاسب وعلوم الاتصالات من جامعة ميتشجان، وهو يعرف باكتشافه لما أصبح يعرف بـ"بوابة توفولى"، كما تتركز أعماله على "الخلويات الأوتوماتية" ونظرية "الحياة الاصطناعية". (المترجم)

وعلى هذا النحو فإن المشكلة فى اتخاذ أى من هذه الخيوط بشكل منفرد كأساس لتشكيل نظرة عن العالم من خلالها وحدها، تتلخص فى أن كل منها إلى حد ما يعتبر من قبيل "الإنقاص" بمعنى أنهم يتكشفون عن وحدة كلية متناغمة لبناء تفسيرى من خلاله يبدو كل شيء يأتى تابعا لأفكار عميقة جداً. ولكن هذا يترك مجالاً لعناصر غير مشروحة أو مُفسِّرة تماماً. ويتناسق مع ذلك أن البناء التفسيرى لنسيج الحقيقة الذى تمدنا به وهى مجتمعة ليس تراتبيًا أو هرميًا، كل من الخيوط الأربعة تحتوى على مبادئ هى انبثاقات من المشهد العام للثلاثة الأخريات، ومهما يكن فهى تساعد فى تفسيرهم.

ثلاثة من الخيوط الأربعة يبدو أنها تحكم الجنس البشرى والقيم الإنسانية عبر مستوى أساسى من التفسير. أمَّا الخيط الرابع وهو نظرية المعرفة فيجعل المعرفة مسألة لها الأولوية، ولا يعطينا سببا للنظر إلى نظرية المعرفة فى ذاتها على أنها ذات صلة تقع وراء نفسيات جنسنا البشرى. المعارف تبدو مفهومة جزئيًا حتى ننظر إليها من منظور التعددية. ولكن إذا كانت المعارف هى تفسيرات أساسية فيمكننا أن نسأل ما هو نوع الدور الذى يبدو الآن وكأن إبداع المعرفة هى ذاوتنا داخل نسيج الحقيقة الوحدوى. هذا السؤال سأله عالم الكونيات فرانك تبلر Frank Tipler وتعد إجابته عبر "نظرية: نقطة النهاية The omega point theory" مثالاً جيداً لنظرية حول نسيج الحقيقة ككل فى إطار المعنى الذى يعنيه هذا الكتاب. إنها لا تتشكل عبر واحدة فقط من الخيوط الأربعة ولكن عبر الأربعة معًا وعلى نحو لا يمكن إنقاصه أو اختزاله. وللأسف فإن تبلر نفسه فى كتابه "فيزياء الخلود The physics of immortality" عمد إلى دعاوى مبالغ فيها عن موضوعه أدت إلى رفضها من قبل معظم العلماء والفلاسفة، وجعلها بعيدة عن التناول، وبالتالى افتقد المجرى الأساسى للفكرة الجيدة التى سأتناولها توا بالشرح.

من منظورى أنا فإن أبسط نقطة يمكن الولوج منها لنظرية نقطة النهاية هى مبدأ تورنج. مولد الحقيقة التقديرية العالمى هو ممكن فيزيائيًا. ومثل هذه الآلة يمكنها محاكاة أى بيئة ممكنة فيزيائية وأيضا الكينونات المفترضة والمجردة، ولأى درجة من الدقة نرغبها. وعليه فإن الكمبيوتر الخاص به له متطلبات جوهرية غير محدودة من الذاكرة الإضافية، ويمكن أن يُجرى خطوات غير محدودة العدد. وكان من قبيل التوافه إعداده فى ظل نظرية الحوسبة التقليدية حيث كان ينظر للكمبيوتر العالمى على أنه مسألة تجريدية بحتة. ادعى تورنج لنفسه شريط ذاكرة لا نهائى الطول (له خاصية الدليل الذاتى كما ظن هو) ومشغِّل Processor دقيق للغاية لا يحتاج قوة طاقة ولا صيانة، ووقت متاح له غير محدود: ولجعل النموذج أكثر عملية بالسماح بالصيانة على فترات فإن هذا لم ينشئ عوارًا فى المبدأ – ولكن المتطلبات الثلاثة الأخرى: قدرة الذاكرة غير المحدودة، والوقت غير المحدد لجريان العملية، ومدد دائم للطاقة – هى مسألة إشكالية فى ضوء النظرية القائمة للكونيات. فى بعض النماذج الكونية السائدة سوف ينهار العالم فى انكماش كبير Big crunch بعد وقت محدود وغير محدود أيضًا. ولهذا النموذج "كروية" ثلاثية وهى الأبعاد الثلاثة التى تناظر البعدين على سطح كرة وعلى ذلك السطح فإن مثل هذه النظرة الكونية تضع حدًا لقدرة الذاكرة ولعدد خطوات العمليات التى يمكن للآلة أن تنفذها قبل أن ينتهى العالم. كل ذلك يجعل هذا الكمبيوتر العالمى فى حدود المستحيل وعلى ذلك يُنتهك مبدأ تورنج فى النماذج الكونية الأخرى لأن الكون سوف يستمر فى التمدد للأبد فى إطار حيز مكانى لا محدود والذى يبدو أنه يسمح بمصدر غير محدود للمادة التى يُصنع منها شريط إضافى للذاكرة. وللأسف فإنه فى معظم هذه النماذج فإن كثافة الطاقة المتاحة والمفترض أن تمد الكمبيوتر ليستمر فى عمله، سوف تختفى مع استمرار الكون فى التمدد، ويستوجب الأمر جمعها من كل مجال خارج الحقل أو المجال، ولأن قوانين الفيزياء تضع حدًا لأقصى سرعة وهو سرعة الضوء، فإن على نوبات الذاكرة فى الكمبيوتر أن تخفض من خطوها ومن

ثم تصبح النتيجة النهائية متحصلة فى محدودية العمليات الحوسبية التى يمكن أن يحققها الكمبيوتر.

والكشف المفتاح فى نظرية نقطة النهاية يكمن فى مستوى أنها تقدم نموذجا كونيا والذى من خلاله، ولو أن الكون محدد فى المكان والزمان، فإن قدرة الذاكرة، وعدد خطوات الحوسبة الممكنة، والإمداد الكفؤ للطاقة تكون ثلاثتها غير محدودة. هذه الصعوبة أو قل الاستحالة يمكنها أن تحدث بسبب العنف اللانهائى للحظات النهائية لانهيار الكون فى "الانسحاق الكبير". ومثل الانفجار الكبير والانسحاق الكبير سوف توجد أماكن هادئة أو ساكنة نادرة وبعيدة لدرجة تجعلها لا تستحق العناية بها. وشكل الكون سيتحول من الأبعاد الكروية الثلاثة إلى الأبعاد الثلاثة المشابهة لأبعاد مجسم القطع الناقص وبعدئذ يتناقص، ثم ينتشر مرة أخرى وعلى نحو أسرع بمعنى وجود محور مختلف للدوران، وكلا من الاتساع من ناحية، وتواتر التقلب من ناحية أخرى سوف تتزايدان بدون حدود إلى حتى تصل إلى "نقطة التفرد **singularity**" النهائية ولدرجة أن عدداً غير محدود على (نحو حرفى) من التقلب أو التذبذب سوف يحدث ولو أن النهاية ستأتى فى وقت محدود. المادة وكما نعرف سوف لن تبقى، كل المادة وحتى الذرات نفسها التى سوف تمزق بشدة خلال قوى الجاذبية التى ستتولد نتيجة لتشوه الزمكان. ومع ذلك فإن هذه القوى الساحقة سوف تمد الصورة بمصدر غير محدود للطاقة المتاحة، التى يمكن أن تسبغ القوة اللازمة لتشغيل الكمبيوتر. كيف لكمبيوتر أن يوجد فى ظل مثل هذه الشروط؟ إن الأشياء التى ستتخلف وحدها بعد هذه الصورة والتى يمكنها بناء كمبيوتر سوف تكون من عناصر أولية والجاذبية نفسها والتى يفترض أنها ستكون فى حالات كمية غريبة للغاية، والتى يجعلنا وجودها لا نزال نفتقر إلى نظرية كفؤة للجاذبية الكمية غير قابلة من ناحية الدقة لقبولها أو تأكيدها أو رفضها أو إنكارها (مع ملاحظة أنها من ناحية التجريب ستكون خارج المناقشة). إذا كان ثمة حالات مناسبة لتواجد العناصر ومجالات أو حقول جاذبية، فإنها ستمدنا بقدرة ذاكرة

لا نهائية، وسوف ينكمش الكون بسرعة لدرجة أن عددًا لا نهائيًا من نوبات الذاكرة سوف تكون ملائمة لزمن محدود قبل النهاية. نقطة النهاية فى الانهيار الجاذبى. الانسحاق الكونى الكبير هو ما يسميه تبلر "نقطة النهاية omega point".

الآن: مبدأ تورنج يفترض أنه ليس ثمة قيد على عدد الخطوات الكمبيوترية الممكنة فيزيائيًا. وعليه ففى تلك الحالة المعينة كنقطة النهاية الكونية (فى ظل فروض جديرة بالتصديق) تكون هى النموذج الوحيد التى يتحقق فيه عدد لا نهائى من العمليات الكمبيوترية، ويمكننا أن نتصور أن زمكاننا الفعلى، لا بد، يحوز شكلا لنقطة النهاية، طالما أن كل الحوسبة ما إن تمسكت بثلاثة متغيرات لا أكثر لحمل المعلومات فمن السهل تصور أن المتغيرات الفيزيائية الضرورية (وربما ثلاثتهم من النوع الجاذب الكمى) ستتواجد هى الأخرى إلى ما حتى نقطة النهاية.

ربما لمتشكك أن يجادل فى مثل هذا النوع من التسبيب يستخدم استقراء ضخمًا وغير مُقوَّم. لقد خبرنا الكمبيوترات العالمية فقط فى أكثر البيئات تفصيلاً لدينا والتى لا تشابه المراحل النهائية من العالم. وخبرناها تنفذ عددا محدودًا أو نهائيًا من الخطوات الكمبيوترية، ومستخدمه كمية نهائية من الذاكرة. كيف لها أن تكون صالحة لأن تستنتج من هذه الأعداد النهائية أعدادًا لا نهائية؟ وبكلمات أخرى: كيف لنا ذلك ونحن نعلم أن مبدأ تورنج فى أقوى تشكلاته هو مبدأ صحيح؟ ما هو الدليل هناك على أن الحقيقة تدعم أكثر من عالمية تقريبية؟

هذا المتشكك بالطبع سيكون استقرائيًا. والأكثر من ذلك أن هذا هو بالضبط نوع التفكير (كما ناقشت فى فصل سابق) الذى يمنعنا من فهم أحسن نظرياتنا وأن نتقدم بناءً عليها. ما هو الاستنباط أو الاستقراء الذى يمكن أو لا يمكن أن يعتمد على نظرية يمكن للمرء البدء بها، إذا بدأ المرء ببعض ما هو غامض لكن جزء مما هو عادى أو مألوف من الحوسبة، مفهوم يتزيًا بأحسن المتاح من التفسيرات فى الموضوع، فإن المرء سيجد تطبيقا للنظرية خارج الظروف المألوفة وسيعتبر "استقراء غير مقوّم". ولكن إذا

بدأ المرء بتفسيرات من أكثر المتاح من النظرية الأساسية، فإنه سيعتبر نفس الفكرة كحالة سوية تشوبها بعض الضبابية والتى تقع مع حد أقصى من الظروف كاستقراء غير مقوم. لكى نفهم أحسن نظرياتنا لا بد أن نأخذها بالجدية الواجبة كتفسيرات للحقيقة، وليس النظر إليها كمجرد خلاصات للملاحظات القائمة. مبدأ تورنج هو أحسن نظرياتنا فى أسس الحوسبة. بالطبع نحن نعرف عددا نهائيا من اللحظات التى يتحقق فيها. ولكن هذا صحيح بالنسبة لأى نظرية علمية. حيث تبقى وستظل دائمًا باقية تلك الإمكانية المنطقية القائلة بأن العالمية لا تعنى أكثر من معنى تقريبى. ولكن لا توجد نظرية منافسة فى الحوسبة تدعى ذلك ولسبب جيد، لأن مبدأ العالمية التقريبية لا يحوز قوة تفسيرية. ولو مثلاً أردنا أن نفهم لماذا يبدو العالم قابلاً للفهم، سيكون التفسير هو أن العالم قابل للفهم. مثل هذا التفسير يستطيع، وهو بالفعل كذلك، أن يكون مناسبًا لتفسيرات أخرى فى ميادين أخرى. ولكن نظرية أن العالم هو نصف مفهوم لا تشرح شيئًا ولا يمكنها أن تتناسب مع شروح أخرى فى مجالات أخرى إلا إذا كانت الأخيرة قادرة على شرحها. إنها ببساطة تعيد وضع المشكلة وتنتج ثابتا غير مشروح أو نصف هذا الثابت. وباختصار فإن ما يُقَوِّم افتراض أن مبدأ تورنج بالكامل سيكون قائما فى نهاية العالم، هو أن افتراض آخر يفسد تفسيرًا جيدًا لما يحدث هنا والآن. يتحول الأمر إلى أن هذا النوع من التذبذب للفضاء الذى سيصنعه فى نقطة النهاية سيكون غير مستقر بدرجة عالية (بطريقة الهوس أو "الكاوس" أو الفوضى التقليدية) وكذلك العنف الذى سيصاحبه. وسيزدادان بدرجة لا نهائية كلما اقتربت نقطة النهاية. وانحراف صغير عن الشكل الصحيح سوف ينمو بسرعة تتناقض مع استمرار الحوسبة وهكذا سيقع الانسحاق الكبير بعد عدد محدود من خطوات الحوسبة. وعلى ذلك كى يتوافق الأمر مع مبدأ تورنج ونقطة النهاية معًا، فإن الكون سيكون مستمرًا فى التوجه للخلف وفقًا للمسارات المنحنية الصحيحة. أوضح تبلر كيف يمكن حدوث ذلك، بأعمال مبدأ الجاذبية على كل الفضاء. على سبيل الافتراض (ومرة أخرى سنحتاج نظرية الكم للجاذبية للتأكد مما نعرفه) لو أن التقنية التى نحتاج إليها لتحقيق توازن النظم الآلية،

وتخزين المعلومات، ستتقدم باستمرار - بالطبع تتقدم فى عدد نهائى من المواقيت - كما تصبح الكثافة والضغوط أكثر شدة بلا حدود. هذا سيتطلب استمرارية إبداع معارف جديدة، التى تخبرنا عنه نظرية بوبر للمعرفة، بأنها تتطلب حضور نقد عقلانى وهكذا تتواجد كينونات عبقرية. وعلى ذلك علينا أن نستخلص فقط من مبدأ تورنج وبعض الفروض المنفردة الأخرى والتى جرى تقويمها، أقول نستخلص أن الذكاء سيبقى، وسيستمر إبداع المعارف حتى نهاية الكون.

إجراءات التوازن والتثبت والمصاحب لها من عمليات إبداع المعارف، سوف يتزايدان بسرعة إلى ما حتى نوبتها الجنونية الأخيرة، كمية لا نهائية من كل منهما تحدث فى زمن محدود. نحن لا نعرف سبباً لماذا لا توجد مصادر فيزيائية متاحة لتفعل ذلك، ولكن للمرء أن يعجب لماذا على السكان أن يعبأوا بالذهاب إلى متاعب من هذا النوع. لماذا يستمرون حريصين على الانقياد للتعذيب الجنونى خلال، قل، الثانية الأخيرة للكون؟ إذا بقيت لديك ثانية واحدة فى الحياة لماذا لا تجلس وتأخذ الأمر ببساطة فى النهاية؟ ولكن بالطبع هذا عرض سيئ للوضع. ويمكن أن يكون من قبيل العرض الأسوأ. بالنسبة لعقول هؤلاء الناس ستجرى كما تجرى البرامج فى كمبيوترات تزداد سرعتها الفيزيائية بدون حدود. أفكارهم مثل أفكارنا ستكون من قبيل الحقيقة التقديرية التى تحاكى ما تنفذه هذه الكمبيوترات. ومن الصحيح أنه فى نهاية تلك الثانية النهائية سوف تتحطم كل هذه النظم الآلية المميزة. ولكننا نعرف أن السريان الموضوعى لخبرة الحقيقة التقديرية يتحدد ليس عن طريق الزمن المنقضى ولكن بالحوسبات التى تحققه عبر هذا الزمن. فى عدد لا نهائى من الخطوات الحوسبية هناك وقت لعدد نهائى من الأفكار - كثير من الوقت ليضع المفكرون أنفسهم فى بيئة حقيقة تقديرية يريدونها وليخبروها لأى مدى زمنى يرغبونه. وإذا تعبوا من هذه البيئة يمكنهم الضغط على الزر للتحول إلى بيئة أخرى، أو لأى عدد من البيئات يهتمون بتصميمها. موضوعياً لن يكونوا فى المراحل الأخيرة لحياتهم ولكن فى بدايتها ولن

يكونوا فى عجلة من أمرهم لأنهم، موضوعيًا، سيعيشون للأبد فى ثانية واحدة أو حتى مايكروثانية سيكون لديهم كل الزمن فى العالم ليفعلوا ويخبروا المزيد وإبداع المزيد والمزيد بلا نهاية كما لم يستطع أن يفعل أى واحد فى التعددية من قبل. وهكذا سيكون لديهم كل الباعث لتوجيه عنايتهم للتعامل مع مصادرهم أو وسائلهم. وبفعلهم هذا سيكونون مجرد مستعدين لملاقاة مستقبلهم، مستقبل مفتوح ولا نهائى الذى سيكونون فيه مسيطرين بالكامل، وفى أى وقت، على ما سيجدونه أو ينزلون فيه.

ربما نأمل فى أن يكون الذكاء فى لحظة النهاية مشتملا على من انحدروا عنا. وأقول المنحدرون عنا طالما أن كينونتنا الحالية لن تستطيع البقاء قريبا من لحظة النهاية. وفى بعض المراحل سوف يحول الآدميون برامج الكمبيوتر التى هى عقولهم إلى "هاردوير" أكثر قوة ونشاطًا. بالطبع سوف يفعلون ذلك أخيرًا فى عدد نهائى من الأزمنة.

النظم الآلية التى ستوجه الكون إلى نقطة النهاية تتطلب أفعالا لتجرى فى الفضاء. ويتبع ذلك أن هذا الذكاء عليه أن ينتشر عبر الكون فى زمن يستطيع فيه القيام بالخطوات الضرورية للتثبيت أو التوفيق والتى هى واحدة من سلسلة الخطوات الحاسمة deadlines التى أوضح تبلر أننا سنلتقى بها، كما أوضح إن التقاءنا بكل منها، طبعًا لأحسن معلوماتنا الحالية، سيكون ممكنًا فيزيائيًا. أول خطوة حاسمة كما (ألمحت فى الفصل الثامن) هى أن الشمس لو تُركت على ما هى عليه من مميزات وبعد حوالى خمسة بلايين من السنوات من الآن، ستصبح نجمًا عملاقًا أحمر وتلهبنا بحرارتها. لا بد أن نتعلم السيطرة على الشمس وتجنب مثل هذا التأثير قبل حدوث ذلك. وبعدها علينا أن نستعمر مجرتنا وبعدها العنقود المحلى من المجرات، وبعدها الكون كله. علينا أن نفعل كل من هذه الأشياء بدرجة كافية قبل الالتقاء بالخطوة الحاسمة المتصلة بالموضوع ولكن علينا ألا نتقدم بسرعة لدرجة استخدام كل الوسائل الضرورية قبل تنمية المستوى التالى من التقنية.

أقول إنه يجب علينا أن نفعل كل ذلك، ولكن ذلك فقط بافتراض أننا كنا السلف الفعلى للذكاء الذى سيوجد فى لحظة النهاية. نحن لا نحتاج لأن نلعب هذا الدور إذا كنا لا نريده. إذا اخترنا عدم الرغبة فيه، وإذا كان مبدأ تورنج صحيح، إذن علينا أن نكون متأكدين أن بعضاً غيرنا (افتراضيًا بعض العائشين الأذكياء خارج جو الأرض) سيفعلون.

وفى هذه الأثناء، فى الأكوان المتوازية، فإن نظرائنا يتخذون نفس الخيارات. هل سينجحون جميعًا؟ أو لنضع ذلك على نحو آخر، هل لأحد ما سينجح بالضرورة فى إنشاء أو خلق نقطة نهاية فى كوننا؟ هذا يعتمد على التفصيل الرقيق الصافى أو البارع لمبدأ تورنج الذى يقول أن الكمبيوتر العالمى ممكن فيزيائيًا؟ و"ممكن" عادة ما تعنى "فعلى" فى هذا الكون أو فى بعض الأكوان الأخرى. هل يتطلب المبدأ بناء كمبيوتر عالمى فى كل الأكوان أو فى بعضها فقط أو ربما فى معظمها؟ نحن لا نعرف المبدأ بعد بالدرجة الكافية لأن نقرر. بعض مبادئ الفيزياء مثل مبدأ بقاء الطاقة يسرى فى مجموعة من الأكوان وربما يُنتهك فى ظل بعض الظروف فى أكوان منفردة. وبعضها مثل مبدأ بقاء الشحنة يتحقق بصرامة فى كل كون. وأكثر شكلين بساطة لمبدأ تورنج سيكونان:

١- هناك كمبيوتر عالمى فى كل الأكوان.

أو

٢- هناك كمبيوتر عالمى على الأقل فى بعض الأكوان.

وجهة النظر القائلة بـ"كل الأكوان" تبدو قوية جدًا للتعبير عن الفكرة الجوهرية بأن مثل هذا الكمبيوتر ممكن فيزيائيًا. ولكن "على الأقل فى بعض الأكوان" تبدو ضعيفة، وعلى السطح من ذلك، طالما أن العالمية تقوم فى قليل من الأكوان وبالتالى تفقد قوتها التفسيرية. لكن فى "معظم الأكوان" سوف تتطلب مبدأ تحديد نسبة مئوية معينة، فلتقل

٨٥ ٪ والتى تبدو معقولة أو مقبولة جدا (ليس ثمة "ثوابت" طبيعية فى الفيزياء تذهب للحد الأقصى فيما عدا "الصفر") وعلى ذلك آثر تبلر "كل العوالم" وأنا أوافق. على أن هذا هو أكثر الخيارات طبيعية فى حدود القليل الذى نعرفه.

هذا هو كل شيء يجب قوله عن نظرية لحظة النهاية أو مُكوّنها العلمى الذى أدافع عنه. والمرء يستطيع الوصول لنفس النتيجة عبر عدة نقاط بدء مختلفة فى ثلاثة من الخيوط الأربعة. واحدة منها تتمثل فى مبدأ نظرية المعرفة القائل بأن الحقيقة هى القابلية للفهم. هذا المبدأ أيضًا قد تم تقويمه منفردًا حتى الآن على أنه حدد نظرية بوبر للمعرفة. ولكن تشكلاته القائمة تُعد غامضة بالنسبة لنتائج مطلقة غير مقيدة عن مثلا عدم اليقين فى التمثيل الفيزيائى للمعرفة الذى يمكن أن يستخرج منها. لذلك أفضل ألا أستقرئ منها مباشرة ولكن أستنتجها من مبدأ تورنج (وهذا مثل آخر على القوة التفسيرية العظيمة المتاحة عند اعتبار الخيوط الأربعة أساسيين كمتصلين معًا أو مرتبطين ببعضهم البعض) تبلر نفسه اعتمد على استنتاج أن الحياة ستستمر إلى الأبد أو أن عمليات المعرفة سوف تستمر إلى الأبد. من وجهة نظرنا الحالية فكل من الاستنتاجين يبدو غير أساسى. الميزة التى حققها مبدأ تورنج ترجع لسبب مستقل عن الكونية، وينظر إليه كمبدأ أساسى فى الطبيعة – مع اعترافى أنه ليس دائمًا فى شكله القوى ذاك – ولكننى ناقشت أن هذا الشكل القوى للمبدأ يكون ضروريا لو أن المبدأ جرى دمجه أو توحيده فى الفيزياء.

حدد تبلر المسألة بأن علم الكونيات قد تحول لدراسة ماضى الزمكان (بالطبع الماضى البعيد أساسًا) لكن معظم الزمكان يقع فى مستقبل العصر الحاضر. علم الكونيات القائم يضع المسألة فى أن الكون سيعاود الانهيار، ولكن بعيداً عن هذا فإن هناك بحوثا نظرية قليلة فى الجزء الأكبر من الزمكان وبصفة خاصة تلك التى تقود إلى الانسحاق الكبير وهو الجانب الأقل فيما لو نسب إلى تلك الأحداث التى وقعت فى أعقاب الانفجار الكبير. ورأى تبلر أن نقطة النهاية هى التى ستملأ هذه الفجوة. وأعتقد

أن نظرية نقطة النهاية تستحق أن تكون النظرية الغالبة عن مستقبل الزمكان طالما لم ترفض تجريبياً. (الرفض بناء على التجريب ممكن لأن وجود نقطة النهاية فى مستقبلنا يضع قيوداً معينة على حالة الكون فى يومنا هذا).

وبعد تأسيس سيناريو نقطة النهاية، وضع تبلر بعض الفروض الإضافية، بعضها معقول وبعضها أقل من ذلك - والتى مكنته من صنع مزيد من التفاصيل للتاريخ المستقبلى - وهى مسألة سؤاله أو بحثه الدينى أو قل تفسيره الدينى للتاريخ المستقبلى، وفشله فى التمييز بين هذا التفسير والنظرية العلمية المعلنة، والتى منعت من أخذ الأخيرة بجدية. لاحظ تبلر أن كمية لا نهائية من المعارف ستكون قد أنشئت عند زمن لحظة النهاية. وبالتالى افترض أن الذكاء القائم وقتها فى هذا المستقبل البعيد، مثلنا، سيرغب (أو ربما يحتاج) فى اكتشاف معرفة أكثر من التى هى ضرورية الآن وذلك من أجل البقاء. بالطبع سيكون كامناً فيهم بالضرورة رغبة اكتشاف كل المعارف القابلة لأن تُعرف فيزيائياً، وافترض تبلر أنهم سيفعلون ذلك.

هكذا بمعنى ما فإن نقطة النهاية سوف تكون كائناً (كلِّى العلم "عليماً بكل شىء" وكلِّى القدرة أو الرب ذاته). ولكن هذا بمعنى ما. وبإدخال خصائص كهذه أو حتى وجود فيزيائى لنقطة النهاية، استخدم تبلر مزية لغوية فى متناول اليد وشائعة تماماً فى الفيزياء الرياضية. ولكنها قد تخدع إذا ما تم الأخذ بها على نحو حرفى جداً. وتلك المزية تتمثل فى تعريف نقطة محدودة لمتوالية ما بواسطة هذه المتوالية. وذلك حين يقول إن نقطة النهاية تعرف فهو يعنى أنها معروفة بمعرفة بعض الكينونات النهائية قبل وقت نقطة النهاية، وبالتالى وكنتيجة لذلك لن تصبح منسية. والذى لا يقصده أو يعنيه أن هناك كينونات حرفياً عارفة فى نهاية الانهيار الجاذبى، لأنه لن تكون هناك كينونات فيزيائية قائمة على الإطلاق. وهكذا بأقصى المعانى حرفية لنقطة النهاية يعنى أنها لن تعرف شيئاً. ويمكن القول بأنها موجودة فقط لأن بعض تفسيراتنا لنسيج الحقيقة تشير إلى خصائص محدودة لأحداث فيزيائية فى المستقبل البعيد.

استخدام تبلر المصطلح الدينى (كلى العلم "العالم بكل شيء" كلّى القدرة) لسبب سيصبح عما قريب مفارقًا، ولكن دعنى أشير هنا وفى هذه اللحظة أنه فى هذا الاستعمال فلا يعنى معناه الكامل التأسيسى التقليدى. نقطة النهاية لن تعرف كل شيء. القدر الهائل من الحقائق المجردة مثل الحقائق المشتملة على بيئة الكانتجوتو وما يشبهها سوف لن تكون قابلة للتعويل عليها كما هى بالنسبة لنا. الآن طالما أن الفضاء كله سوف يكون مليئًا بالكمبيوتر الذكى، أى أنه سيكون عالمًا بكل شيء وكلّى القدرة والوجود (ولو أن ذلك سيكون بعد تاريخ معين). طالما أنه سيكون مستمرًا فى بناء نفسه ومنقادًا للانهيار الجاذبى، فإنه يمكن القول بأنه سيكون مسيطرًا على كل ما يحدث للكون المادى (أو فى متعدد الأكوان إذا ما وقعت ظاهرة لحظة النهاية فى كل الأكوان) وهكذا قال تبلر بأنها ستكون كلية العلم وكلية القدرة. ولكن مرّة ثانية هذه الكلية فى العلم والقدرة ليست مطلقة. بل على العكس ستكون صارمة المحدودية طبقا للمادة والطاقة المتاحتين ولأنها موضوع خاضع لقوانين الفيزياء.

وطالما أن الذكاءات فى الكمبيوتر سوف تكون على نحو مفكرين مبدعين، فلا بد من تصنيفهم كما لو أنهم "أناس". وقد ناقش تبلر على نحو صحيح أن أى تصنيف آخر سوف يكون من قبيل التمييز غير المبرر بين الأشياء أو العنصرية. وهكذا ادعى أنه عند حد نقطة النهاية سيكون هناك كلى المعرفة كلى القدرة. وإن ليس مطلقًا. كلى القدرة كلى المعرفة كلى الوجود هو مجتمع من الناس. وهو المجتمع الذى عرفه تبلر على أنه الرب.

لقد أشرت لعدة معانٍ متفرقة على أن الرب الذى عناه تبلر يختلف عن رب الأرباب الذى يعتقد فيه معظم المتدينين. وهناك ثمة فروقات أكثر من ذلك أيضًا. على سبيل المثال فإن الناس القريبين من نقطة النهاية لا يمكنهم أن يتحدثوا إلينا، حتى لو رغبوا فى ذلك، أو يوصلون لنا رغباتهم أو أن يصنعوا المعجزات (اليوم). إنهم لم يخلقوا الكون ولم يبتكروا قوانين الفيزياء ولم يستطيعوا أن ينتهكوا هذه القوانين فيما

لو أرادوا ذلك. ربما يستمعون إلى الصلوات التى تتلى فى أيامنا الحالية هذه (ربما من خلال استكشاف أقل الإشارات خفوتًا) ولكنهم لا يستطيعون الإجابة عليها. إنهم مضادون للإيمان الدينى (وهذا يمكننا استنتاجه من نظرية المعرفة البوبرية)، ولا يرغبون فى أن يكونوا مقدسين أو أصحاب قداسة وهلم جرا. ولكن تبلر استمر فى حرث الأرض وناقش أن معظم سمات الرب فى مجرى الديانة المسيحية اليهودية هى أيضًا من خصائص نقطة النهاية. وأعتقد أن معظم المتدينين لن يوافقوا تبلر على ما تكونه سمات مجريات أديانهم.

وبصفة خاصة فقد أشار تبلر أن ما يكفى من التقنية المتقدمة سوف تكون قادرة على إحياء الموتى. سوف تستطيع ذلك بطرق متعددة والتى سيكون أبسطها هو ما يلى: بمجرد حيازة المرء لقوة كمبيوترية (ويتذكر أخيرًا أن أى كمية أو قدر من الرغبات ستكون متاحة) يستطيع المرء أن يجرى محاكاة الكون كله - بالطبع متعدد الأكوان بأكمله - بدءًا من الانفجار الكبير، ولدى أى درجة مرغوبة من الدقة. وإذا كان المرء لا يعرف بدرجة كافية من الدقة كيف كانت الحالة المبدئية، فإن المرء يمكنه اختيار أفضل العينات لكل الحالات المبدئية المكنة على نحو اعتباطى ويديرها جميعا فى وقت متزامن. والمحاكاة يمكنها أن تتوقف، لأسباب من التعقيد، إذا ما كانت البيئة أو الفترة التى تجرى محاكاتها أصبحت قريبة من الوقت الفعلى الذى تجرى فيه المحاكاة. ولكنها وفى وقت قريب ستكون قابلة للاستمرار طالما تواجدت الطاقة للخط. فى كمبيوترات نقطة النهاية لا شىء هناك غير قابل للتطبيق. هناك ما هو كمبيوترى أو قابل للحوسبة، وما هو غير كمبيوترى أو غير قابل للحوسبة. ومحاكاة البيئات الحقيقية بالتأكيد ستكون عبر مستوى ما هو كمبيوترى أو قابل للحوسبة. وفى مجرى هذه المحاكاة سيظهر كوكب الأرض وتنوعات عديدة منه، والحياة، وأخيرًا الجنس البشرى، سوف يظهرون. كل البشر الذين سبق وعاشوا فى متعدد الأكوان (بمعنى الذين كان وجودهم ممكنًا فيزيائيًا) سوف يظهرون فى هذه المحاكاة الواسعة. وهكذا كل سكان الفضاء

والذكاء الاصطناعى الذى سبق أن وُجدوا. سيبحث البرنامج الحاكم عن كل هذه الكائنات الذكية، إذا ما أرادت ذلك، ويضعهم فى مكانهم الأحسن فى الحقيقة التقديرية - والذين ربما لن يموتوا مرة أخرى، وسوف يضمنون رغباتهم (أو على الأقل المعينة منها، أو التى لم يكونوا يتخيلون أن وسيلة الكمبيوتر يمكن أن تحققها) لماذا ستفعل المحاكاة ذلك؟ سبب واحد ربما يكون أخلاقيًا: على مستوى المستقبل البعيد فإن البيئة التى نحيا فيها أيامنا هذه خشنة أو فظة للغاية ونحن نعانى شناعاتها. وربما تعتبر من غير الأخلاقى عدم إنقاذ الناس منها وإعطاؤهم فرصة الحياة الأفضل. ولكن ربما يكون من غير المثمر وضعهم مباشرة فى حضارة معاصرة فى وقت إعادتهم من الموت: فى الحال سوف يرتبكون ويشعرون بالإذلال والاندهاش ولهذا يقول تبلر: يمكننا أن نتخيل أن تعاد الحياة فى بيئة بالضرورة نحن معتادون عليها، ونتوقع رفع كل العوامل غير المرغوبة منها، وأن تضاف إليها كل العوامل المريحة والمرغوبة وبكلمات أخرى: الجنة.

واستمر تبلر على هذا المنوال لإنشاء عديد من العناصر الأخرى من منظور الأديان التقليدية عن طريق إعادة تعريفها على أنها جواهر أو كينونات فيزيائية أو عمليات يتوقع أن تكون معقولة أو مقبولة على الأقل ظاهريًا، وقريبة الوجود من لحظة النهاية. والآن دعنا نترك جانبا السؤال عما إذا كانت الأوجه المعاد إنشاؤها تصدق مع تلك المشابهة الدينية. كل القصة عما سيفعله أذكياء المستقبل البعيد أو ما لن يفعلوه تقوم على أساس خيط من الفروض. حتى لو استنتجنا أن كل هذه الفروض منفردًا قابل للتصديق ولو ظاهريًا، فإن النتائج كلها لا يمكنها ادعاء أنها أكثر من منظور إخبارى. منظور كهذا يستحق التحقيق، ولكن من المهم التفرقة بينهم وبين جدلية وجود لحظة النهاية نفسها، وبين خصائص نظرية لحظة النهاية الفيزيائية والمعرفية. بالنسبة لهذه الجدليات، فإنها لا تفترض أكثر من أن نسيج الحقيقة يتطابق مع أحسن نظرياتنا، وهو فرض يمكن تقويمه منفردًا.

وكتحذير ضد عدم الاعتماد على منظور إخبارى، دعنى أستبعد البَنّاء الرئيسى فى الفصل الأول بمعارفه السابقة على المعرفة العلمية فى المعمار والهندسة. لقد أصبحنا منفصلين عنه من خلال فجوة حضارية كبيرة حتى أنها تبدو صعوبة هائلة للعائشين فيه أن يستشفوا صورة عامة لحضارتنا. ولكننا أيضًا نتعاصر معا تقريبًا بالمقارنة مع الهوة الكبيرة التى بيننا وبين اللحظة الباكرة المختلفة لما اعتبره تبلر إعادة للحياة من الموت. الآن، افترض أن البناء الرئيسى أو العظيم ذاك تخيل مشهدًا لمستقبل صناعة البناء، وبواسطة رمية من غير رام أو من خلال قذيفة سعيدة الحظ أسقطته بدقة متناهية على تقنية الأيام الحالية. إذن سيعرف أننا، من بين أشياء أخرى، قادرون على إنشاء مبانى أوسع وأكثر تأثيراً عن الكاتدرئيات الكبرى فى عهده، يمكننا بناء كاتدرائية بارتفاع ميل إذا ما اخترنا ذلك. ويمكن أن نفعل ذلك بجزء صغير من ثرواتنا وفى وقت أقل وجهد بشرى أقل، أكثر مما كان يحتاجه لبناء كاتدرائية متواضعة. ولذلك سيكون راضيًا عن تنبُئه بأننا مع العام ٢٠٠٠ (وما بعده) سوف تكون هناك كاتدرائيات بارتفاع ميل. وسيكون مخطئًا وبشدة لاعتقاده أننا نحوز التقنية لبناء مثل هذه الأبنية، ولكننا اخترنا ألا نفعل. بالطبع لا يبدو هذا متشابهًا مع أن مثل هذه الأبنية لم يتم بناؤها. وحتى مع هذا نحن نفترض القريب من أن يكون معاصرًا لنا، ليكون محقًا بالنسبة لتقنيتنا، سوف يكون مخطئًا تمامًا بشأن أفضلياتنا. سوف يكون مخطئًا بسبب أن بعض افتراضاته غير القابلة للتساؤل حول ما يحفز البشر سوف تكون مهجورة أو عتيقة بعد قليل من القرون.

وبالمثل فربما يبدو طبيعيًا بالنسبة لنا أن ذكاء لحظة النهاية لأسباب تاريخية أو تلك المتعلقة بعلوم الآثار أو الشفقة، أو الواجب الأخلاقى، أو لمجرد النزوة أو الغرابة، سوف تنشئ فى النهاية محاكاة حقيقية تقديرية لنا، وأنه بعد انتهاء تجربتهم سوف يضمنون لنا أن وسيلة الكمبيوتر أثناء ثرثرته الهاذية سيتطلب لنا أن نعيش أبدًا فى "الجنة" (أنا نفسى سوف أفضل أن يسمح لى بالانضمام التدريجى لحضارتهم) ولكننا

لا نستطيع معرفة ما الذى سيريدونه. بالطبع ليس ثمة محاولة للتنبؤ بتقدم واسع المدى فى شئون البشر (أو البشر الفائق) يمكنه أن يقدم نتائج يعتمد عليها. كما قال بوبر موضحًا: مجرى شئون البشرية فى المستقبل يعتمد على مستقبل نمو المعرفة. ولا يمكننا التنبؤ ما هى المعرفة المحددة التى سيتم إنشاؤها أو ابتكارها فى المستقبل، لأننا لو استطعنا، فسوف يمكننا - بالتعريف - تحقيقها فى الحاضر.

ليست فقط المعرفة العلمية التى تخبر الناس عن أفضلياتهم أو التى تحدد ما يختارون أن يتصرفوا على نحوه. هناك أيضًا، مثلاً، معايير أخلاقية يسهم فيها ما هو "صحيح" وما هو "خطأ" بالنسبة للأعمال الممكنة. مثل هذه القيم تميزت بصعوبة احتضان النظرة العلمية إلى العالم لها. ويبدو أنها شكلت بناءً تفسيريًا مغلقًا لذاتها، منفصلاً عن العالم الفيزيائى. وكما أشار دافيد هيوم(*) David Hume أنه من الصعب أن تستنبط "يجب" من "يكون" ومع ذلك نحن نستخدم هذه القيم (كليهما) لتفسير وشرح وتحديد تصرفاتنا الفيزيائية.

ضعف (الصلة) ذاك فى المسألة الأخلاقية ليست له فائدة. ما دام يبدو أن من السهل فهم ما هو "مفيد" موضوعيًا وما هو "غير مفيد" بأكثر من الفهم الموضوعى لما هو "صحيح" وما هو "خطأ" وكانت ثمة مجالات لتعريف "الأخلاقية" عبر مصطلحات مختلفة التشكلات من "النفعية". هناك على سبيل المثال أخلاقية ثورية التى أوضحت أن أشكالاً عديدة للتصرفات أو السلوكيات نفسّرها بمصطلحات أخلاقية مثل عدم فعل أو ارتكاب القتل أو عدم الغش عند التعاون مع الآخرين، والتى لها شبيه فى سلوك

(*) دافيد هيوم David Hume (١٧١١ - ١٧٧٦) فيلسوف اسكتلندى، حاز شهرة ما بسبب فلسفته الشكية والتجريبية، وبفكرته عن تعرض الفكر البشرى للانطباعات التى لا يمكن - من وجهة نظره - إثبات حقيقتها كما كتب عدة مقالات عن الأخلاق، واشتغل بالتاريخ لإنجلترا، وهو فى الأساس يُعد تجريبيًا محضًا حيث اتخذ من تجريبية نيوتن نموذجًا له وكذلك "المعرفة" كما قدمها الفيلسوف الإنجليزى جون لوك حيث لا معرفة وراء التجريب. (المترجم)

الحيوانات. وثمة فرع فى نظرية ثورية: "علم الاجتماع الحيوى sociobiology" والتى كان لها بعض النجاح فى تفسير السلوك الحيواني. يميل معظم الناس إلى استخلاص أن التفسيرات الخلقية بالنسبة للخيارات البشرية هى مجرد زى تجميلى بغرض الوجاهة الاجتماعية، وأن الأخلاقية ليس لها أساس موضوعى بالمرة، ومقولة "صحيح" و"خطأ" هى ببساطة بطاقات نوظّفها ليستمر ما طبع فينا بالإرث ليحثنا على التصرف فى هذا الاتجاه دون ذاك الاتجاه. ووجه آخر لنفس التفسير يستبدل الجينات والممّات: (جمع مِمّة)، ويدعى أن المصطلحات الأخلاقية هى مجرد واجهة تجميلية للأحوال أو الشروط الاجتماعية. مع ذلك ليس أى من هذه التفسيرات يناسب أو يتطابق مع الواقع. من ناحية نحن لا نميل لتفسير سلوكنا الموروث - قل السلوك الصرعى - من خلال خيار مصطلحات أخلاقية: لدينا فكرة عن التصرفات التطوعية (الإرادية) وتلك غير التطوعية (غير الإرادية) ووحدها ذات الطابع الإرادى التطوعى هى التى لها تفسير أخلاقى. ومن الناحية الأخرى فمن الصعب التفكير فى واحد من السلوك البشرى الموروث - تجنب الألم أو المسألة الجنسية أو تناول الطعام أو أيا ما كان - لا يتجاهله البشر اختيارياً، فى ظل ظروف معينة الأسباب أخلاقية، نفس الأمر حقيقى وحتى أكثر شيوعًا، بالنسبة للسلوك الشَّرْطى الاجتماعى. بالطبع فإن تجاهل أو تجاوز السلوك الشرطى الاجتماعى والسلوك الموروث هو نفسه يمثل سمة فى السلوك البشرى. ولذلك يتم تفسيره (مثل هذه التمردات) عبر مصطلحات أخلاقية. وليس هناك لأى من هذه التصرفات شبيه فى الحيوانات، وليس من بينها ما يمكن تفسيره أخلاقيًا مما يمكن استنتاجه من مصطلحات "الجينات" أو "الممات". هذا انهمر علينا على سبيل الخطأ عبر هذا المستوى من النظريات. هل يمكن أن يكون هناك جين لتجاهل جينات أخرى عندما يشعر المرء أنه يريد ذلك؟ الشرط الاجتماعى هل هو الذى يشجع أو يقود للعصيان؟ ربما، ولكن هذا يُبقى المشكلة على ما هى عليه بالنسبة لكيف نختار ما نفعله بدلاً من فعل آخر، وما الذى نعنيه عندما نفسر عصياننا بادعاء أننا ببساطة كنا على

حق وأن السلوك الموصوف بواسطة جيناتنا أو مجتمعاتنا فى هذه الحالة هو تفسير ببساطة شرير.

هذه النظريات الجينية يمكن النظر إليها كحالات خاصة من خدعة بارعة أوسع بمعنى أن إنكار الحكم الأخلاقى له معنى، على أرضية أننا فعلا لا نختار تصرفاتنا، وأن الإرادة الحرة هى وهم لا مهرب منه مع الفيزياء. ولكن فى الواقع، وكما رأينا فى الفصل ١٣ أن الإرادة الحرة يمكن تحميلها مع الفيزياء وتتطابق طبيعيا مع نسيج الحقيقة التى وصفتها.

النفعية Utilitarianism(*) كانت بمثابة محاولة باكرة لتصور تفسير أخلاقى مع النظرة العلمية للعالم عبر ما هو "نافع". هنا تم تعريف ما هو "نافع" بـ"السعادة البشرية". صنع الخيارات الأخلاقية تم تعريفه عن طريق حساب أى التصرفات التى ستثمر أكثر إسعاد لنا. بالنسبة لشخص واحد (وهنا تبدو النظرية أكثر غموضًا) أو بالنسبة لأكبر عدد من الناس. أوجه مختلفة للنظرية استبدلت المتعة أو "الأفضلية" محل "السعادة". وباعتبارها رفضًا للنظم السلطوية authoritarian للأخلاق، لم تكن النفعية استثناء من ذلك. وبمعنى أنها ببساطة تعلن رفض مثل هذه العقيدة، وتعمل على نظرية التفضيل، فقد بقيت كنقد عقلانى، وعلى أن كل شخص عقلانى هو "نفعى". ولكن كمحاولة لحل المشكلة التى نناقشها هنا، والخاصة بشرح معنى الحكم الأخلاقى، كما أن لها أيضًا مجرى خاطئ: نحن نختار ما نفضله. وبشكل أدق نحن نغير أفضلياتنا،

(*) النفعية Utilitarianism اتجاه فلسفى أخلاقى أخذ منحى المدرسة الفكرية ومن أبرز دعاته فى القرن ١٨ بإنجلترا كل من الفلاسفة جيرمى بنتام Jeremy Bentham وجون ستيوارت مل John Steuart Mill، وهى من بين النظريات الغائية Teleological والتى تهتم بغاية الفعل والتى تحكم على ما هو صح أو غلط من خلال الحكم عن قيمة الحالة مثل قيمة حيوات الناس أى أن السعادة (المنفعة) ليست فقط للفرد الفاعل ولكن فى كل من يؤثر فيهم الفعل أى أنها تركز على من يتأثرون بالعمل وليس فقط جوهر الفعل أو الدوافع إليه. (المترجم)

ونعطى تفسيراً أخلاقيًا ونحن نفعل ذلك. ومثل هذا التفسير لا يمكن نقله أو ترجمته إلى مصطلحات نفعية. هل هناك أفضلية رئيسية محددة يمكنها أن تحكم تغيير أفضلياتنا؟ وإذا كان الأمر كذلك، فإنها لا يمكن تغييرها هى ذاتها وبالتالى سوف تتفسخ "النفعية" إلى النظرية الجينية للأخلاق السابق شرحها.

وما هى إذن العلاقة بين القيم الأخلاقية وبين النظرة العلمية المميزة للعالم التى أعلنها عبر هذا الكتاب؟ على الأقل أستطيع مناقشة أنه لا يوجد عائق أساسى من تشكيل هذه العلاقة. المشكلة مع كل النظرات العلمية السابقة للعالم لها بناء تفسيرى هرمى أو تراتبى كما لو كان مستحيلا مع مثل هذا البناء التقويم أو الحكم بأن النظريات العلمية صادقة، وهكذا لا يستطيع المرء أن يحكم على مجرى تصرف على أنه "صحيح" (بسبب كيف يمكن للمرء إذن أن يحكم على البناء ككل على أنه صحيح؟). وكما قلت كل من الخيوط الأربعة له بناء هيراركى أو هرمى أو تتابعى. ولكن نسيج الحقيقة ككل ليس كذلك. وهكذا فإن تفسير القيم الأخلاقية كأشياء تسهم فى العمليات الفيزيائية لا يحتاج إلى استنتاجه من أى شيء آخر، حتى من حيث المبدأ. تمامًا مثل الكينونات الرياضية المجردة، سوف تكون المسألة ما سوف تساهم به فى التفسير - سواء كانت الحقيقة الفيزيائية يمكن أو لا يمكن فهمها دون مساهمة الحقيقة مع هذه القيم.

واتصالاً بهذا، دعنى أشير إلى أن "الانبثاق" بمعناه القياسى أو المعيارى هو واحد من السبل فى مختلف الخيوط التى يمكن بها جعله على اتصال. وحتى الآن كنت أعتبر حقيقة ما يمكن تسميته انبثاق تنبؤى. على سبيل المثال نحن نعتقد أن تنبؤات نظرية التطور تتبع منطقيًا قوانين الفيزياء حتى لو أثبتنا أن "العلامة" يمكن أن تكون قابلة للتطبيق الحوسبى. ولكن التفسيرات فى نظرية التطور لا يعتقد فى أنها تتبع أو تنبع من قوانين الفيزياء على الإطلاق. ومع ذلك فليس أى بناء تفسيرى تتابعى يسمح بإمكانية الانبثاق التفسيرى. افترض جدلاً أن حكمًا أخلاقيًا يمكن تفسيره على أنه

صحيح بمعنى نفعى ضيق. مثل: "أنا أريد ذلك، إنه لن يضر أحدًا. وعلى ذلك فهو صحيح". الآن هذا الحكم يمكن أن يكون فى يوم ما محل تساؤل. ربما أتساءل "هل على أن أرغب فى ذلك؟" أو "هل أنا فعلاً محق فى أنه لن يؤذى أحدًا؟" إذا كانت المسألة من أحكم بأنه غير ضار له، فهى نفسها تعتمد على فرضية أخلاقية. جلوسى هادئا على مقعد فى منزلى ربما يؤذى من ربما يستفيدون من خروجى لمساعدتهم فى هذه اللحظة، وتؤذى أى عدد من اللصوص الذى يرغبون فى سرقة المقعد لو أننى ذهبت إلى مكان آخر لفترة قصيرة، وهلم جرا. لحل هذه المسألة أضيف أو أورد مزيد من النظريات الأخلاقية والتى تتضمن تفسيرات جديدة لوضعى الأخلاقى. عندما يكون مثل هذا التفسير مُرضيًا. سوف استخدمه بطريقة مؤقتة لتقرير ما هو الصحيح وما هو الخاطئ: ولكن التفسير ولو أنه مُرضى بشكل مؤقت لى، لا يبرز على مستوى نفعى.

ولكن افترض الآن أن أحدهم شكل نظرية عامة عن مثل هذه التفسيرات ذاتها افترض أنهم أنتجوا مفهومًا له مستوى عال، مثل "حقوق الإنسان" وخمن ماذا تكون مقدمة هذا المفهوم. ستكون أنه بالنسبة لمستوى معين للمشاكل الأخلاقية مثل الذى وصفته حالاً، من شأنها دومًا أن تولد تفسيرات جديدة تقوم بحل الإشكال بالمعنى النفعى. وافترض أكثر، أن هذه النظرية عن التفسير هى ذاتها نظرية مفسرة. إنها تفسر، بمصطلحات خيط آخر، لماذا يكون من الأفضل تحليل المشاكل عبر مصطلحات "حقوق الإنسان" (بالمعنى المنفعى). على سبيل المثال ربما تشرح على أرضيه نظرية المعرفة، لماذا يُتوقّع أن احترام "حقوق الإنسان" من شأنه أن يسوِّق أو يشجع على نمو المعرفة، الذى هو نفسه يعتبر شرطًا مسبقًا لحل المشاكل الأخلاقية.

إذا بدا التفسير جيدًا، فسوف تكون مثل هذه النظرية جديرة بالتبنى. والأكثر من ذلك أنه طالما أن الحسابات النفعية تستحيل قابليتها للتطبيق، بينما تحليل الموقف بمصطلحات حقوق الإنسان من المقبول عادةً، فربما يصبح الأجدر استخدام تحليل

"حقوق الإنسان" كأفضلية على أى نظرية محددة عن تطبيقات السعادة التى تنجم عن تصرف معين. إذا كان كل هذا صحيحًا فإنه يمكن أن يصبح مفهوم "حقوق الإنسان" غير قابل للتعبير عنه، حتى من حيث المبدأ، بمصطلحات السعادة - إنه ليس مفهومًا نفعيًا على الإطلاق - يمكن أن نسميه مفهومًا أخلاقيًا. العلاقة بين الاثنين تتم عبر التفسير الانبثاقى وليس التنبؤ الانبثاقى.

أنا لست أعلن على وجه التخصيص هذا الاقتراب المميز، أنا مجرد أنير الطريق التى يمكن من خلاله أن تتواجد القيم الأخلاقية على نحو شخصى بأن تلعب دورًا فى التفسير الانبثاقى. إذا كان هذا الاقتراب صالحًا فإنه سوف يفسر كيف أن الأخلاق تمثل نوعًا من "الانبثاق المنفعى".

وبطريقة مماثلة "القيمة الفنّية" والمفاهيم الجمالية الأخرى دائمًا ما يصعب تفسيرها بمصطلحات موضوعية. إنها عادة ما تفسر أيضا كسمات تحكمية أو إجبارية للحضارة، أو كأفضليات موروثة. ومرة ثانية لقد رأينا أنها ليست كذلك بالضرورة. تمامًا كما تم وصل "الأخلاقية" بالنفع، كذلك القيم الفنّية تحوز تصميمًا لنظائر مفاهيمية أقل إثارة فى التعريف ولكن أكثر قوة. مرة ثانية فإن قيمة السمة المصممة تكون مفهومة فقط على أساس ما هو الغرض المعين للشىء المصمم. ولكننا قد نجد من الممكن تحسين التصميمات بمعاونة معيار جمالى جيد لمعيار التصميم. مثل هذا المعيار الجمالى قد يكون من غير الممكن قابليته للحساب من خلال معيار التصميم، واحدًا من منافعه قد تكون تحسين معايير التصميم ذاتها. مرة أخرى تصبح العلاقة واحدة من التفسيرات الانبثاقية. والقيمة الجمالية أو الجمال يصبحان نوعين من انبثاق التصميم.

الثقة الزائدة لدى تبلر فى التنبؤ بما سيحفز الناس القريبين من نقطة النهاية تسببت له فى أن يبخس قيمة تطبيق هام لنظرية لحظة النهاية المتمثل فى دور الذكاء فى التعددية. لأن الذكاء لن يكون هناك فقط للسيطرة على الأحداث الفيزيائية على

المستوى الواسع، إنه هناك لاختيار ما الذى سيحدث. نهايات الكون ستكون كما قال بوبر لنا، للاختيار منها. بالطبع، وعلى مدى امتداد كبير فإن محتوى الأفكار فى الذكاء المستقبلى تتضمن ما الذى سيحدث، لأنه فى النهاية سيكون كل الفضاء وكل محتواه عبارة عن كمبيوتر. الكون فى النهاية سيكون مشتملاً، حرفيًا، على عمليات فكرية ذكية، وفى مكان ما فى اتجاه النهاية البعيدة لهذه المادة الفكرية ستكون هناك، ربما، كل المعرفة الفيزيائية الممكنة، معبرًا عنها بنماذج فيزيائية.

الأخلاقيات والجماليات كتفكير مُروًى فيه ستكون أيضا ممثلة بنماذج كمخرجات لمثل هذا التفكير المتأنى. بالطبع سواء كانت ثمة نقطة نهاية أو لم تكن، فأينما توجد المعرفة فى متعدد الأكوان (التعقيد عبر عديد من الأكوان) فلا بد أن ثمة آثار فيزيائية للأخلاقية والجمالية كسبب يحدد أى نوع من المشاكل ستقوم بحله خاصية المعرفة المبتكرة هناك. قبل أن تكون أى قطعة معرفة حقيقية مشابهة من خلال عصبة من الأكوان. الأحكام الجمالية والأخلاقية لا بد بالفعل أن تكون متشابهة عبر تلك الأكوان ويستتبع ذلك أن مثل هذه الأحكام تشتمل أيضًا على معرفة موضوعية بالمعنى الفيزيائى والتعددية. وهذا يقوّم لنا استخدام مصطلحات نظرية المعرفة مثل "مشكلة" و"حل" و"تسبيب" و"المعرفة" فى مجالى الأخلاقيات والجماليات. وهكذا إذا كانتا على العموم منسجمتين أو متساويتين مع النظرة للعالم المعلنة فى هذا الكتاب، فإن "الجمال" و"الصحة" لا بد أن يكونا موضوعيين كالحقيقة العلمية والرياضيات. ولا بد أن يُبتكرا بطرق مشابهة من خلال الحواس والنقد العقلانى. ولهذا كان كيتس(*) keats على حق حين قال: "إن الجمال هو الحقيقة والحقيقة هى الجمال" إنهما ليستا نفس الشىء ولكنهما من هذا النوع من الأشياء، ويتم إبداعهما بنفس الطريقة، وهما يتصلان

(*) جون كيتس keats John (١٧٩٥ - ١٨٢١) شاعر رومانسى إنجليزى وهب حياته القصيرة كلها لفكرة تصحيح الشعر بصورته السائدة نافخًا فيه الروح الشعورية والحساسية المطلقة والتعبير به عن الفلسفة، وقد مات صغيرًا أثناء تلقيه علاج السل فى روما. (المترجم)

بما يتعذر فصله (ولكنه كان مخطئًا عندما واصل قوله "هذا هو كل ما تعرفونه على الأرض، وهو كل ما تحتاجون إلى معرفته").

من قلب هذا الحماس (بالمعنى الأصلى للكلمة!)، أهمل تبلر جزء من الدرس البوبرى عن ماذا سيكون عليه شكل نمو المعرفة. إذا كانت نقطة النهاية موجودة وإذا كانت على النحو الذى قدمه تبلر، فإن الكون المتأخر لا بد بالطبع سيشتمل على أفكار كائنة معه لحكمة غير قابلة للإدراك، وإبداعية وأرقام مطلقة. ولكن التفكير هو حل المشاكل، وحل المشاكل يعني حدوس غالبة، أخطاء، نقد، رفض، مراجعة. وأعترف أنه فى الحدود (التى لم يخبرها أحد) فى لحظة انتهاء الكون كل شيء يمكن إدراكه سيكون مفهوما ولكن فى أى لحظة أخيرة أو نهائية فإن المعرفة لدى نسلنا سوف تعميها الأخطاء. معرفتهم ستكون أعظم، وأعمق، وأعرض عما يمكن أن نتخيله ولكنهم سيصنعون فى نفس الوقت أخطاء على مستوى هائل أيضًا.

مثلنا لن يعرفوا أبدًا اليقين أو الأمان الفيزيائى لبقائهم، ومثلنا سوف يعتمدون على إبداعاتهم وتيارهم المستمر من المعرفة الجديدة. ولو فشلوا ولو لمرّة واحدة فى توسيع أو تزايد سرعة الحوسبة وقدرة الذاكرة خلال الفترة المتاحة لهم، والسابق تحديده بمعرفة قانون فيزيائى متصلب ومتعذر تطويعه، سوف تسقط السماء فوقهم وسيموتون. سوف تكون حضارتهم سلمية وخيِّرة إلى ما هو أبعد من أشرس أحلامنا، ومع ذلك لن تكون هادئة. سوف تقع على حل عدد هائل من المشاكل وتتمزق عبر جدليات سريعة الغضب. ولهذا السبب يبدو أنها لا تشبه أنه من المفيد النظر إليها على أنها "شخص". وإنما على أنها عدد واسع من الناس يتفاعلون معا عند مستويات عديدة وبطرق عديدة مختلفة ولكن بدون اتفاق بين الأطراف. وسوف لن يتحدثوا بصوت واحد بأكثر مما يتحدث العلماء الآن فى ندوة بحثية بصوت واحد. وحتى عندما يتفقون بالصدفة، سوف يخطئون عادةً، وسوف تظل أخطاءهم غير مصحّحة لمدد طويلة على نحو اعتباطى (موضوعيًا). ولن تكون حضارتهم متجانسة أخلاقيًا لنفس السبب. لن

يكون هناك شيء مقدس (بالتأكيد هذا اختلاف آخر عن الدين التقليدى أو الاصطلاحى!)، وسوف يتساءل الناس باستمرار عن افتراضات اعتبرها أُناس آخرون على أنها من قبيل الحقائق الأخلاقية الأساسية. بالطبع لكى تكون الأخلاق حقيقية يجب أن تكون مدركة بوسائل التعقيل وبالتالى ستحل كل مسألة تقليدية فيها. ولكنه سيحل محلها مزيد من التقليديات الأكثر إثارة وأساسية. مثل هذا التناقض وألوانه مجموعة متقدمة من المجتمعات المتشابكة أو المتداخلة أو حتى المتوافقة يختلف تماما عن فكرة الرب السائد فى معتقد معظم المتدينين. ولكنه بديل ثانوى لديها، وهو الذى سيعيدنا من الموت لو كان تبلر محقًا.

من منظور كل الأفكار التوحيدية التى ناقشتها مثل الحوسبة الكمية، نظرية المعرفة التقدمية، ومفاهيم التعددية فى المعرفة، الإرادة الحرة والزمن، كان واضحًا لى أن اتجاهنا الحالى فى فهمنا الشامل للحقيقة هو بالضبط كما كنت آمل أن يكون عليه وأنا بعد طفل لم أزل. وأصبحت معرفتنا أعرض وأعمق معا كما أوضحت فى الفصل الأول، العمق ينتصر. ولكننى ادعيت ما هو أكثر من ذلك فى هذا الكتاب. لقد أعلنت نظرة مميزة موحدة للعالم تقوم على الخيوط الأربعة: التعددية فى فيزياء الكم، ونظرية المعرفة عند بوبر، ونظرية دارون/ داوكنج عن التطور، والوجه القوى لمبدأ تورنج عن الحوسبة العالمية. ويبدو لى أنه عن الحالة السائدة لمعرفتنا العلمية، هذه هى النظرة الطبيعية التى يجب أن نتمسك بها إنها النظرة المحافظة وهى التى لا تفترض تغيّرًا مروعًا فى أى من أحسن تفسيراتنا الأساسية. ومن ثم يجب أن تكون هى النظرة الغالبة، وهى التى تتضاد مع ابتداع مفترض لتقويمها. تلك هى القاعدة التى أدعو إليها ولست آملاً فى إنشاء أرثوذكسية جديدة بعيداً عنها. وكما قلت اعتقد أنه حان الوقت للتحرك للإمام. ولكننا يمكننا التحرك إلى نظريات أفضل فقط لو أخذنا أحسن نظرياتنا القائمة بجدية، كتفسيرات للعالم من حولنا.

المؤلف فى سطور :

دافيد دويتس David Eliesser Deutsch

- من مواليد عام ١٩٥٢ بمدينة حيفا، ويعمل باحثًا فى الفيزياء بجامعة أوكسفورد ومحاضراً زائراً (بدوام مؤقت) بوكالة "فيزياء اللايزر والذرَّة" بمركز الحوسبة الكمية بمعمل كلاريدون Claredon .

- من الرواد فى مجال الكمبيوترات الكميَّة باعتباره أول من صاغ نوعًا من الحساب يختص تحديداً بالحوسبة الكمية، كما أنه من مشايعى نظرية تعدد العوالم multi - univerrses التى تعد رافداً من روافد نظرية الكم وباعتبارها تعريفًا ممكنًا فيزيائيًا للحقائق المتصلة بفهم العالم (أو العوالم) والبشر كذلك .

- من مناصرى "التحرر" و(بصفة خاصة حرية الإرادة فى الفكر والعمل)، فضلاً عن أنه ينتمى للأدريين (من يرون أن وجود اللّٰه وطبيعته وأصل الكون من الأمور التى لا سبيل إلى معرفتها) .

- حصل على عدة جوائز علمية على رأسها جائزة ديراك Dirac Prize عام ١٩٩٨ .

- يعد كتابه الحالى "نسيج الحقيقة" أحسن كتاب علمى لعام ١٩٩٨ أيضًا، وعمل مؤخراً على كتاب بعنوان : "بداية اللانهاية" Beginning of infinity والمتوقع أن يكون متاحاً للقراء مع بواكير عام ٢٠٠٩ .

المترجم فى سطور :

منير حسين عبد الله شريف

- من مواليد ١٩٣٩ بالمنصورة – محافظة الدقهلية .
- حاصل على ليسانس الحقوق والشرطة من جامعة عين شمس فى يناير ١٩٦١ .
- وأيضًا على ليسانس الآداب قسم الفلسفة من جامعة القاهرة فى مايو ١٩٧٣ (بتقدير عام جيد جدًا) .
- ودبلوم المعهد العالى للنقد الفنى بأكاديمية الفنون صيف ١٩٨٥ (بتقدير عام امتياز)
- له عده ترجمات تحت الطبع بالمركز القومى للترجمة وهى "الاقتراب من اللَّه" "وكيف تبنى آلة زمن" و"أصل الحياة" وثلاثتهم للدكتور بول دايفز.

المراجع فى سطور:

عادل أبو المجد

المؤهلات العلمية :

- دبلوم فى الفيزياء النظرية النووية من جامعة موسكو (روسيا) ١٩٦٣م.
- دكتوراه الفلسفة Ph.D فى الفيزياء الرياضية من جامعة خاركوف (أوكرانيا) ١٩٩٦م.
- دكتوراه العلوم D.Sc فى الفيزياء النظرية من جامعة القاهرة ١٩٧٩م.

الوظائف:

- تدرج فى الوظائف من معيد إلى أستاذ مرورًا بهيئة الطاقة الذرية وكلية العلوم جامعة القاهرة وجامعة الملك عبد العزيز بالسعودية وأستاذًا زائرًا بمعهد ماكس بلانك للفيزياء النووية بها يدلبرج بألمانيا ثم جامعة ويسكونسن بالولايات المتحدة الأمريكية، ثم جامعة الإمارات العربية المتحدة أستاذًا بقسم الرياضيات.
- واستقر كأستاذ متفرغ بقسم الرياضيات بكلية العلوم جامعة الزقازيق، وبعدها حتى الآن كأستاذ غير متفرغ للفيزياء بكلية الهندسة جامعة سيناء .

عضوية الجمعيات العلمية:

- عضو مشارك بالمركز الدولى للفيزياء النظرية فى تريستا بإيطاليا منذ ١٩٦٨م.
- زميل جمعية ألكسندر فون هومبولدت فى بون بألمانيا منذ ١٩٧٤م.

- عضو اللجنة الاستشارية بالمعهد الدولى للفيزياء النظرية والتطبيقية فى "أيوا" بالولايات الأمريكية منذ ١٩٩٥م.

الجوائز والأوسمة:

- جائزة الدولة التشجيعية للعلوم الفيزيقية مرتان أعوام ١٩٦٩م، ١٩٧٧م.
- وسام العلوم الفنون من الطبقة الأولى عام ١٩٧١م.
- وسام الاستحقاق من الطبقة الثانية عام ١٩٧٩م.
- حصل مؤخرا على جائزة الدولة للتفوق العلمى عن عام ٢٠٠٨م.

التصحيح اللغوى : **أحمد الشقيرى**

الإشراف الفنى : **حسن كامل**